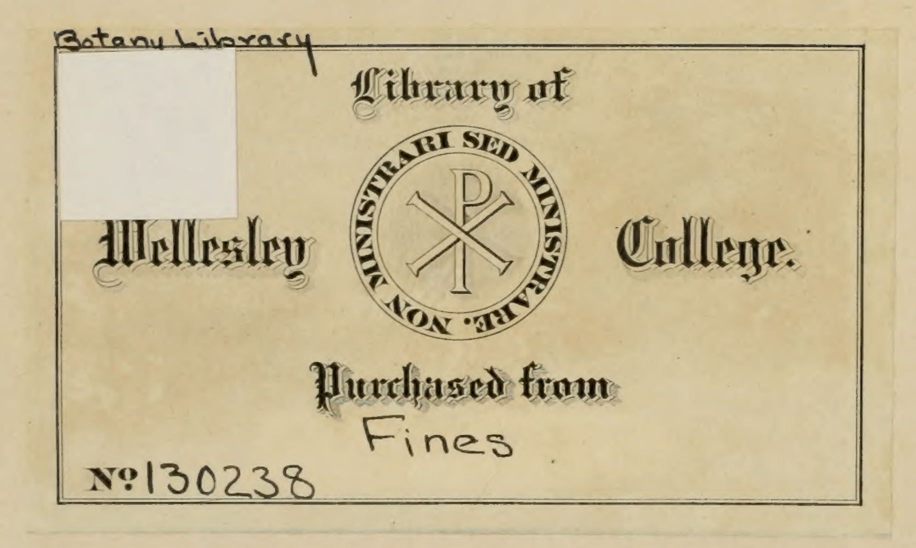




Vergleichende
Morphologie der Pflanzen.

III. Teil (Schluss).

Mit 400 in den Text gedruckten Abbildungen und vier lith. Doppeltafeln.

Dr. Jos. Velenovský,
k. k. o. Professor der Botanik an der böhm. Universität in Prag.

Prag.
Verlagsbuchhandlung von Fr. Řivnáč.
1910.

Fries

Druck von Eduard Leschinger in Prag.

INHALTSÜBERSICHT.

III. Die Morphologie der Blüte der Phanerogamen.

III. a) Die Blüte der Gymnospermen.

A. Der Begriff der Blüte überhaupt.

Die Blüte der Phanerogamen ist eine verkürzte Achse von begrenztem Wachstum, welche Kopulationszwecken angepasste Phyllome trägt. Hiebei muss man Phyllome, welche die eigentlichen Kopulationsorgane, d. h. Karpelle oder Fruchtblätter, und Staubgefässe enthalten und Phyllome, welche bei dem Kopulationsakte nur einen Hilfsdienst verrichten, nämlich Perigonblättchen, Nektarien, Staminodien etc. unterscheiden.

Diese Definition ist einfach und wenn wir uns die Anaphytosen- und Ovulartheorie vor Augen halten, selbstverständlich. Sie gilt für alle Fälle, mit Ausnahme der weiblichen Organe bei der Gattung *Cycas*, welche wir jedoch in Wahrheit als Blüten nicht ansehen können.

Eichler (l. c. I., 3) und vor ihm die Mehrzahl der Botaniker betrachteten es als eine schwere Aufgabe, eine Definition der Blüte zu geben, was allerdings für sie fast unmöglich war, wenn sie, von den Entwicklungsvorurteilen befangen, die Eichen als Knospen, die Placenten als umgewandelte und verzweigte Achsen, häufig auch ganze Karpelle und Receptacula (Becher) als Achsengebilde, ja selbst ganze Blütenstände (Euphorbia) als einfache Blüten ansahen.

Durch eine Blüte ausgezeichnet sind bloss die *Phanerogamen* gegenüber den *Kryptogamen*. Durch diese Bezeichnung soll gesagt sein, dass die Pflanzen der ersten Kategorie grosse, an der Pflanze besonders auffallend hervortretende Geschlechtsorgane, wie die Blüten tatsächlich meistenteils zu sein pflegen, besitzen, während die Pflanzen der zweiten Kategorie unbedeutende, dem blossen Auge gewöhnlich unsichtbare und an der Pflanze gleichsam vor unseren Augen verborgene Geschlechtsorgane

haben. Die Termini »Phanerogamen« und »Kryptogamen« sind bis in die neueste Zeit allgemein im Gebrauche, obzwar sie der wissenschaftlichen Anschauung nicht streng entsprechen*). Die Bezeichnung »Cryptogamae« hat Linné (1753) eingeführt, indem er mit diesem Namen die 24. Klasse seines Systems belegte. Die Bezeichnung »Phanerogamae« hat zuerst im J. 1791 der französische Botaniker Saint-Amans (keineswegs Ventenat 1799, wie irrigerweise angegeben wird) eingeführt**).

Weil die Blüte der Gymnospermen (Nacktsamigen) sich durch ihre Zusammensetzung von der Blüte der Angiospermen (Bedecktsamigen) so sehr unterscheidet und uns eigentlich die ersten Anfänge der Phanerogamenblüte in der Gestalt, in welcher sie sich allmählich aus dem Typus der Gefässkryptogamen entwickelt hat, darstellt, so erachten wir es der besseren Übersicht wegen für passender, wenn wir diese Blüte gleich anfangs in einem eigenen Kapitel behandeln werden.

B. Die Morphologie der Gymnospermenblüte.

Schon bei den Gefässkryptogamen finden wir eine Blüte in derselben Gestalt, wie bei den Gymnospermen entwickelt. Die Sporenähre der Gattung *Equisetum* ist aus zahlreichen Wirteln umgewandelter Blätter (Sporophylle), welche eine schildförmige Gestalt haben und an der Unterseite sackartige Sporangien tragen, zusammengesetzt. Die männliche Blüte der Gattung *Taxus* stimmt in jeder Beziehung mit der Sporenähre der G. *Equisetum* vollkommen überein, denn auch hier befinden sich unter einer schildförmigen Schuppe homologe Staubbeutel. So wie an der Basis der Ähre des Schachtelhalms ein eigentümlicher Kragen als verwandelte letzte Blattscheide ausgebildet zu sein pflegt, ebenso bilden auch bei der Gattung *Taxus* an der Basis der Blüte einige Schuppen einen Becher, welcher, wie bei dem genannten *Equisetum*, uns ein primitives Perigon vorstellt. Der Unterschied zwischen beiden Blüten besteht nur darin, dass beim Schachtelhalm in den Sporangien Sporen einer einzigen Art, während bei der Gattung *Taxus* in dem Staubbeutel Pollenkörner (Mikrosporen) enthalten sind. Aber schon bei mehreren Arten der Gattung *Selaginella* (siehe I., S. 227) kommen männliche und weibliche Blütenähren, welche entweder bloss Mikro- oder bloss Makrosporen ent-

*) Deshalb wurden andere Bezeichnungen: »Siphonogamen, Spermatophyta Sporophyta, Anthophyta« eingeführt. Ich bin der Ansicht, dass alle diese Benennungen überflüssig sind, weil ein jeder Botaniker gut weiss, was die gewohnheitsmässig angenommenen Bezeichnungen »Phanerogamae« und »Cryptogamae« bedeuten. Wozu also das Gedächtnis durch eine neue Terminologie beschweren.

**) Vergl. J. Rompell in der Öster. Bot. Zeitschrift 1907, P. A. Saccardo im Bull. della Soc. bot. ital. 1906.

halten, vor, was deren Ähnlichkeit mit der männlichen und weiblichen Blüte nur noch vergrössert.

Noch grössere Beziehungen zu den Kryptogamen zeigen uns die Blüten der Gruppe der nacktsamigen **Cycadeen**. Hier muss man, soweit es sich um die rezenten Formen handelt, hauptsächlich zwei Typen unterscheiden: 1. die Gattung *Cycas* selbst und 2. die sich um die Gattung *Zamia* gruppierenden Gattungen.

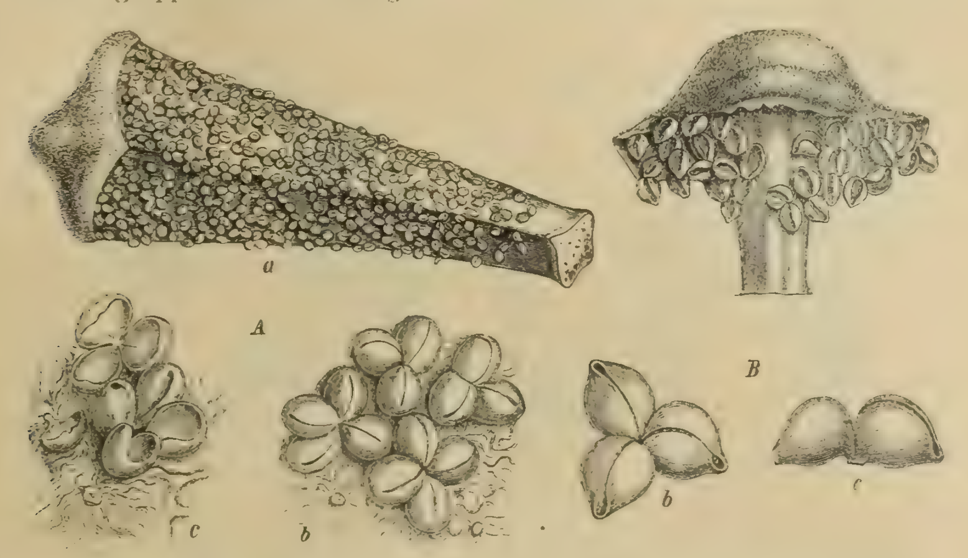


Fig. 456. Staubblätter von Cycadeen. A) **Cycas circinalis**, a) ganze Schuppe mit Pollensäcken, b, c) Gruppen von Pollensäcken (nach Blume). B) **Zamia integrifolia**, wie vorher (nach Richard).

Die Blüten aller sind zweihäusig; bei der Gattung *Cycas* stellt die männliche Blüte einen holzigen, oft mehr als fusslangen Zapfen mit zahlreichen, spiralig angeordneten Schuppen dar. Diese Schuppen sind hart, holzig, an der Unterseite über die ganze Fläche von unzähligen Staubbeuteln besetzt. Diese sind fast kugelig, fest, mehrschichtig gezellt, öffnen sich zuletzt mittels einer, der Länge nach verlaufenden Ritze und lassen durch dieselbe die Pollenkörner heraus. Bemerkenswert ist, dass stets mehrere derselben gemeinsame Gruppen bilden, wodurch sie an die Sporangien der Farne erinnern, welche in ähnlicher Weise an der Unterseite des Blattes Gruppen (sori) bilden und insbesondere in der Familie der Gleicheniaceen dieselbe Gestalt besitzen. Dass hier die Staubbeutel den Sporangien der Farne nicht nur homolog, sondern auch ähnlich sind, geht auch aus dem Umstande hervor, dass die Wandzellen am Scheitel der Beutel in einer Gruppe stark verdickt sind und dadurch an den rudimentären Ring (annulus) der Farnsporangien erinnern (Warming). Hier haben wir also den primitivsten Staubfaden der Phanerogamen: es ist dies das umgewandelte grüne Sporophyll der Farne. Bei der Gattung *Zamia* und ihren

Verwandten konzentrieren sich die Staubbeutel in geringerer Anzahl in zwei abgeteilten Gruppen an der Basis der Schuppe (Fig. 456).

Die weibliche Blüte bei der Gattung *Zamia* und ihren Verwandten bildet, wie bei dem männlichen Geschlechte, einen ähnlichen, walzenförmigen Zapfen, aber bei der Gattung *Cycas* finden wir statt der Blüte bloss umgewandelte lederartige, von Filz bedeckte, grosse Schuppen (Fig. 457), welche einen spiraligen Cyklus zwischen den grünen Blättern an

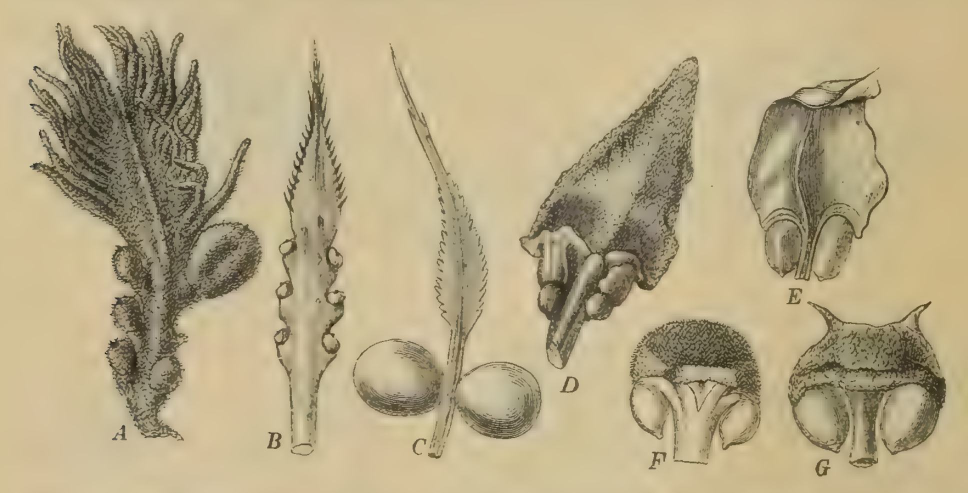


Fig. 457. Fruchtblätter der Cycadeen: A) **Cycas revoluta**, B) **C. circinalis**, C) **C. Normanbyana**, D) **Dioon edule**, E) **Encephalartos Preissii**, F) **Zamia integrifolia**, G) **Ceratozamia mexicana**. (Engler, Fam. II.)

demselben Stamme bilden. Hier konstituieren also die weiblichen Sporophylle keine besondere Achse, sondern sie sind, wie die vegetativen, grünen Blätter an derselben Achse so eingereiht, dass einmal sterile Schuppen, dann grüne Blätter, dann wieder Schuppen, Blätter und weibliche Sporophylle abwechseln. Es ist dies eine ähnliche Erscheinung, wie bei vielen Farnen, wo Sporophyllencyklen mit sterilen Blättern alternieren. In dieser Beziehung könnten wir insbesondere die Gattung *Osmunda* vergleichen, wo ebenfalls grüne Blätter mit lederigen Schuppen und fruchttragenden Sporophyllen abwechseln.

Die fruktifizierenden Schuppen der Gattung *Cycas* sind am Ende entweder gezähnt oder in Fiederchen geteilt, so dass sie noch an das gefiederte, grüne Blatt erinnern, aus welchem sie durch Metamorphose entstanden sind. An der unteren Partie sitzen bei *C. revoluta* und *C. circinalis* an den seitlichen Vorsprüngen kugelige, grosse Eichen (Fig. 457). Schon aus der blossen Vergleichung des ganzen Fruchtblatts mit dem grünen Blatte ist ersichtlich, dass diese Eichen umgewandelte Abschnitte des ganzen Fruchtblatts vorstellen. Früher nannte man dieses Fruchtblatt »spadix« und wollte man darin so, wie in dem Blütenstande der Palmen, ein Achsengebilde erblicken. Es ist vielleicht gar nicht einmal notwendig,

die Widerlegung Mohls dieser falschen Anschauung zu zitieren. Jedermann kann schon bei nur oberflächlicher Vergleichung ersehen, dass es sich da um, in Fruchtblätter umgewandelte grüne Blätter handelt, deren Fortsetzung an einem und demselben Stamme sie sind. Es sind dies die allerprimitivsten Formen der Fruchtblätter bei den Phanerogamen, an denen wir gleichzeitig sehen, dass sich die Eichen als eine Umwandlung der Blattabschnitte erweisen. Und dieselbe Bedeutung haben alle Eichen in allen Fruchtknoten der Phanerogamen überhaupt.

Bei der Art *C. Normanbyana* schreitet die Umwandlung des weiblichen Fruchtblatts weiter vor. Die Spreite ist einfach, nur am Rande gezähnt und die Basis trägt nunmehr noch 2 Eichen (Fig. 457). Bei der Gattung *Dioon* verwandelt sich das Fruchtblatt noch mehr: der obere Teil bildet nur noch eine ganzrandige Schuppe, an deren Basis 2 Eichen sitzen. Bei der Gattung *Zamia* endlich verwandelt sich das ganze Fruchtblatt in eine schildförmige Schuppe, an deren Basis 2 umgewendete Eichen sitzen. Auch bei der Gattung *Stangeria* treten 2 Eichen an der Basis der schildförmig gewölbten Schuppe hervor, und zwar aus der Fläche, nicht aus den Rändern der Schuppen.

Die Form des Fruchtblattes der Gattungen *Zamia*, *Ceratozamia* und deren Verwandten erinnert schon getreu an die Fruchtschuppen vieler Koniferen, so dass hier der phylogenetische Zusammenhang zwischen beiden Formen schön hervortritt.

Eine eigentümliche Erscheinung habe ich an den weiblichen Zapfen der Gattung *Stangeria* beobachtet. Hier sind zuweilen an der Basis des Zapfens stets einige sterile Schuppen ohne Eichen wahrzunehmen. Diese Schuppen sind aber mit ihren Rändern stark nach innen (auf die Bauchseite) eingebogen, so dass allmählich gleichsam ein geschlossener Fruchtknoten entsteht. Vielleicht ist das eine Andeutung des künftigen geschlossenen Fruchtknotens der Angiospermen.

Über die Stellung der Blütenzapfen der Cycadeen an dem Stamme finden wir in der Literatur widersprechende Angaben. Die einen sagen, dass die männlichen Zapfen der Gattung *Cycas*, dann die männlichen und weiblichen der Gattung *Zamia* als Seitenachsen aus der Achsel der Schuppen an dem beblätterten Stamme hervortreten. Sachs spricht gar von einer dichotomischen Teilung. Karsten dagegen sieht sämtliche Zapfen als terminal und demnach das Wachstum des Stamms als sympodial an. Dass bei den Cycadeen von einer Dichotomie keine Rede sein kann, wissen wir schon aus dem im II. Teile (S. 677) Gesagten. Soweit es mir möglich war, Blütenzapfen der Gattungen *Zamia* und *Encephalartos* zu untersuchen, bestätige ich die Ansicht Karstens, denn ich habe dieselben stets in terminaler Stellung vorgefunden. Nach dem Abblühen erneuert sich der Stamm aus der Achsel irgend einer basalen Schuppe an der Zapfenachse, so dass dann der Stamm sympodial wird. Wie sich diese

Sachen bei der Gattung *Cycas* verhalten, ist mir nicht bekannt. Die fossilen *Cycadeen* hatten wohl eine mannigfaltige Verzweigung der männlichen und weiblichen Blütenstände; so bildete z. B. die in der böhmischen Kreideformation verbreitete *Microzamia gibba* verlängerte Zweige, an welchen mehrere weibliche Blütenzapfen traubig aufsassen.

Die Eichen der Gattung *Cycas* und der anderen Gattungen der Cycadeen sind verhältnismässig gross, nicht selten die Grösse von Nüssen erreichend und vor der Befruchtung vollkommen entwickelt. Mit der Anatomie (weniger mit der Morphologie) derselben haben sich schon viele Autoren (Bertrand, Renault, Miquel, Coulter, Chamberlain, Strasburger, Webber, Lang, Treub, Hirase, Oliver, Van Tieghem, Worsdell u. a.) befasst, die verlässlichsten Nachrichten aber haben wir von Warming und neuestens von Stopes.

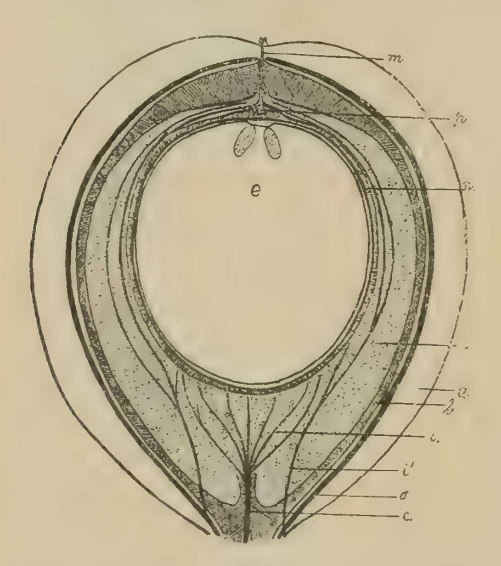


Fig. 458. **Cycas circinalis**, fast reifer Same im Längsschnitt, a) äussere Fleischschicht, b) innere Steinschicht, c) Centralgefässbündel, d) inneres Fleisch, e) Endosperm mit Archegonien, i) innere Gefässbündel, n) Nucellus, m) Mikropyle, p) Pollenkammer. (Nach Stopes.)

Die Eichen sind schon vor der Befruchtung von einer mächtigen, äusserlich sehr fleischigen, gewöhnlich rosenroten Hüllschicht (Fig. 458) umgeben; in der Mitte ist eine Schicht steinharter Zellen differenziert, welche eine sehr feste Schale bildet. Diese beiden Schichten bilden das äussere Integument. Unter der Steinschale befindet sich noch eine fleischige Schicht, welche sich in der oberen Partie von dem Nucellus absondert. Diese Schicht sieht Stopes als zweites Integument an, obzwar die Mehrzahl der anderen Forscher annimmt, dass alle drei Hüllschichten bloss ein Integument vorstellen. Für die Differenzierung zweier Integumente sprechen allerdings bloss anatomische Gründe, aber keine morphologischen. Dass zwei Integumente vollkommen und ohne Hinterlassung von Spuren zu einem Integument zusammenwachsen können, kann gewiss nicht nur hier, sondern auch bei den Angiospermen mit Recht vorausgesetzt werden.

Interessant ist, dass in das Eichen zahlreiche Gefässbündel und zwar zweierlei Systems hineinlaufen: die einen verlaufen an der Innenseite der äusseren, fleischigen Schicht des Integuments, indem sie sich an der Basis des Eichens von den vorangehenden Bündeln abzweigen. Ein anderes

System tritt von dem Sporophyll selbständig ein und verläuft in Zweige, welche unter dem Endosperm enden.

Der Nucellus wird frühzeitig zu einer schwachen Schicht rings um das Endosperm resorbiert. Das Endosperm entwickelt sich im Embryosack lange vor der Befruchtung und füllt schliesslich fast das ganze Innere des Nucellus aus. Auf seinem Scheitel, in dem Gewebe der Oberfläche, sind die Archegonien (in der Anzahl von 2—6, je nach der Art) eingesenkt. In den Integumenten befindet sich eine verhältnismässig schmale, aber sehr lange, kleine Öffnung (die Mikropyle), welche zu der Pollenkammer führt, in die die Spitze des Nucellus frei hineinragt (Fig. 458). Unterhalb dieser Spitze ist der Nucellus frei; erst weiter unten wächst er mit dem innern Integument, welches durch zahlreiche, parallelverlaufende Gefässbündel gekennzeichnet ist, zusammen. Unmittelbar vor der Befruchtung zerfliesst das Gewebe des Nucellus auf dem Scheitel samt der Spitze, die Archegonien gelangen in einer kleinen Vertiefung an dem Endosperm direkt an die Oberfläche und die Höhlung oberhalb derselben füllt sich mit einer schleimigen Flüssigkeit an, welche auch die Mikropyle anfüllt und in der Mündung der letzteren als kleiner Tropfen herausrinnt, damit das Pollenkorn leicht in dieselbe eindringen und durch die Mikropyle bis in die Höhlung oberhalb des Nucellus gelangen könne.

Wenn wir das soeben beschriebene Eichen der Cycadeen mit den Eichen der Angiospermen und teilweise auch der Koniferen vergleichen, so muss uns ausser dessen grossen Dimensionen besonders die bedeutende Differenzierung der Hüllgewebe, namentlich der Steinschicht und der Gefässbündel, dann die lange Mikropyle und die lange Dauer dieser Eichen, auch wenn sie nicht befruchtet worden sind, auffallen. An blühenden Glashausexemplaren der Gattungen *Stangeria*, *Zamia*, *Macrozamia*, *Encephalartos* habe ich einige Monate hindurch heranwachsende Eichen, welche zuletzt reifen Beeren, allerdings ohne Embryonen, glichen, beobachtet. Dasselbe kann man an Früchten der Gattung *Gnetum*, welche ebenso gut reif werden, obzwar sie nicht zur Befruchtung gelangten, finden. Allerdings enthalten die nicht befruchteten niemals entwickelte Embryonen und können dieselben auch nicht keimen.

Dass die Integumente anatomisch so sehr differenziert sind und eine lange Mikropyle bilden, müssen wir uns dadurch erklären, dass die Eichen nicht bedeckt sind und dass das Integument die Hüllfunktion des Fruchtknotens versehen muss.

Das Archegonium (corpusculum) ist einfach organisiert (Fig. 459). Der Hals besteht stets aus zwei kleinen Zellen, unterhalb welcher sich eine kleine Kanalzelle und unterhalb dieser schon die Eizelle befindet. Nach der Befruchtung segmentiert sich die Eizelle, bis sich der junge Embryo gebildet hat, entweder einer oder zwei (Warming, Treub). Der Embryo dringt endlich in das Endosperm ein und verwandelt sich

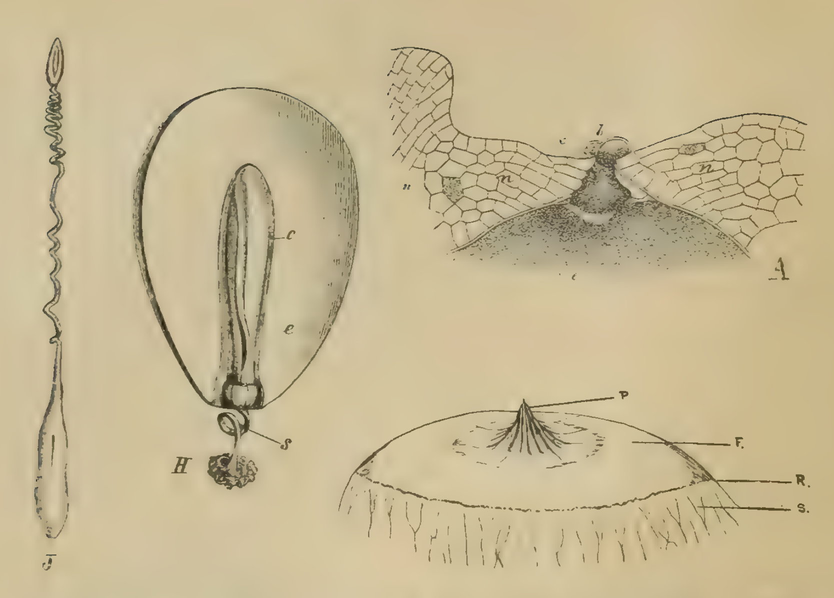


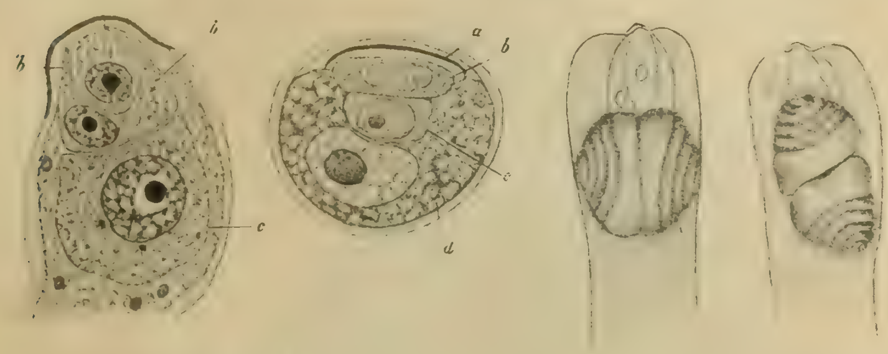
Fig. 459. **Ceratozamia robusta** (A), oberer Teil eines Archegoniums, n) Endosperm, e) Eizelle, h) Halszellen, c) Kanalzelle (nach Warming). **Zamia integrifolia** (H) Endosperm mit dem Embryo (c), s) Suspensor (nach Richard). **Cycas circinalis** (J), Embryo am langen Suspensor hängend (nach Treub). **Encephalartos Hildebrandtii,** obere Partie des Nucellus (F), R, S) Integument, P) Pollenkammer (nach Stopes).

in den Keim, welcher an einem überaus langen, fadenförmig zusammengedrehten Suspensor vom Scheitel des Nucellus herabhängt.

Zur Zeit der Reife verwandelt sich das Eichen in eine fleischige, rote Steinfrucht, welche schliesslich abfällt. Interessant ist, dass der Keimling im Endosperm erst dann zur vollständigen Entwicklung gelangt, wenn der reife Same auf die Erde fällt. Das ist auch von den Früchten der Gattung *Ginkgo* bekannt.

Die Pollenkörner aus den männlichen Zapfen verträgt der Wind in die Umgebung (so, wie bei den anderen Gymnospermen), bis sie auf weibliche Zapfen und Eichen gelangen. Das Pollenkorn hat eine zweifache Zellenhaut (die Exine und die Intine). Inwendig befindet sich der Nucleus und an einer Seite liegen an der Zellwand 2 4 kleinere Zellen, von denen die erstere in Gestalt einer schmalen Ritze abortiert erscheint. Die letzte, in die Hauptpollenzelle hineinragende derselben ist fertil oder eine Antheridienzelle, weil sie uns ein reduziertes Antheridium der Gefässkryptogamen vorstellt, während die übrigen ein reduziertes Prothallium vorstellen. Die fertile (generative) Zelle teilt sich — nach den Beobachtungen des japanischen Botanikers Ikeno an der Gattung *Cycas* (1896) — bei der Keimung des Pollenschlauchs oberhalb des Nucellus von den übrigen sterilen (vegetativen) Zellen ab, wandert herunter an das Ende des Pollenschlauchs und teilt sich dort in zwei kleine, bewimperte und bewegliche Zellchen, also wahre Spermatozoiden, von denen das eine

nach Durchreissung des Pollenschlauchs in das Archegonium und in die Eizelle eindringt, welch letztere es befruchtet. Webber in Washington beobachtete später (1901) eine ähnliche Entwicklung der Spermatozoiden bei der Gattung *Zamia*, nur mit dem Unterschiede, dass die fertile Zelle sich von den anderen nicht trennt, sondern direkt gleich in 2 Spermatozoiden teilt, welche erst an das andere Ende des Pollenschlauchs sich fortbewegen (Fig. 460). Webber hat auch die direkte Verschmelzung des



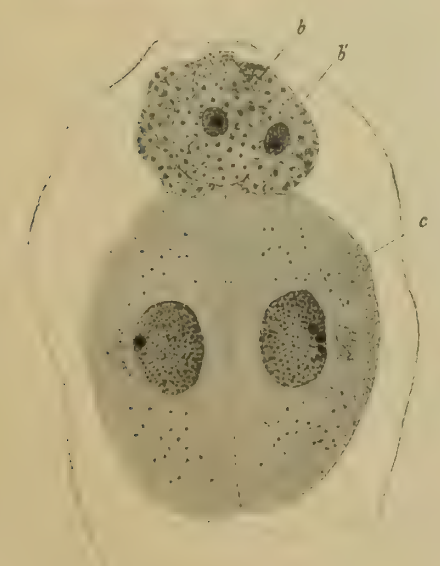


Fig. 460. **Zamia floridana**, die Keimung des Pollenkorns und Bildung der 2 Spermatozoiden; a) reduzierte vegetative Zelle, b, b') entwickelte vegetative Zellen, c) generative Zelle, d) Pollenzelle. (Nach Webber.)

Spermatozoids mit der Eizelle beobachtet.

Wenn wir die phylogenetische Bedeutung des ganzen Kopulationsprozesses bei den Cycadeen in Betracht ziehen, so sehen wir, dass, so wie bei den Vegetativorganen (siehe II.), auch bei der Kopulation viel mit den Gefässkryptogamen gemeinschaftliches vorhanden ist. Es sind dies in Kürze folgende Momente:

1. Das Endosperm ist gleich dem Endosperm (Prothallium) der Gattung *Selaginella*.

2. Das Archegonium im Endosperm ist gleich dem Archegonium der Gefässkryptogamen.

3. Das Pollenkorn ist gleich der Mikrospore der Gefässkryptogamen.

4. Die sterilen Zellen im Pollenkorn sind gleich dem männlichen Prothallium.

5. Die fertile Zelle ist gleich dem Antheridium.

6. Das Spermatozoid ist gleich den Spermatozoiden der Archegoniaten überhaupt.

Die Spermatozoiden der Cycadeen und alle ihre Beziehungen zu den Gefässkryptogamen beweisen uns, dass sie ihren Ursprung von Vor-



Fig. 461. **Cycadeoidea ingens**, restaurierte Blüte, aussen mit Hüllschuppen, dann mit gefiederten Staubblättern, innen mit weibl. Apparate. (Nach Wieland.)

fahren haben, welche mit den Gefässkryptogamen Ähnlichkeit hatten und zwar in sehr alten Zeiten. Wir haben verschiedenartige Überreste von Cycadeen schon aus dem Karbon und diese Reste liefern den Beweis,

dass dieser Pflanzentypus damals sehr reich gegliedert war. Noch im Jura finden wir häufig Cycadeen, ja selbst in der Kreide sind sie auf der ganzen Erde zahlreich vertreten (auch in Böhmen kennen wir mehrere Arten). Erst in der Tertiaerperiode verschwinden sie in den gemässigten Zonen Europas und in der rezenten Zeit sind sie auf wenige Gattungen und Arten und ein beschränktes Terrain reduziert.

Dass in den älteren geologischen Zeiten sehr mannigfaltige und bewundernswerte Gymnospermentypen gelebt haben, das beweisen uns fossile Reste. So sind sehr merkwürdige Pflanzen die Gattungen: *Cycadeoidea*, *Anomozamites* (Williamsonia), *Bennettites*, welche jetzt allgemein in die selbständige Familie der *Bennettitaceen* in der Nähe der Cycadeen gestellt werden. Diese Pflanzen kommen im Trias, Jura und in der Kreide verschiedener Länder vor. Eine vorzügliche und sehr anschauliche Monographie über die amerikanischen Arten hat Wieland in Washington veröffentlicht und aus dieser Arbeit ist die nachfolgende kurze Nachricht entnommen (Fig. 461, 462).

Cycadeoidea und *Bennettites* bildeten, ganz so wie die rezenten Cycadeen mächtige walzenförmige oder kugelige, von den Resten der grossen Blätter, deren Zusammensetzung ganz den rezenten Cycadeen ähnlich war, besetzte Stämme. Diese endigten ebenfalls mit einem terminalen weiblichen Zapfen, welcher zuerst von einem Kranze wimperiger Schuppen und dann von einem Kranze männlicher, bis zum zweiten Grade fiederteiliger oder auch einfacher, in der Jugend spiralig einwärts gerollter Blätter umhüllt war, so dass dieselben eine kugelige Hülle bildeten, in welcher der weibliche Zapfen verborgen war. An den männlichen Blättern befanden sich die verschiedenartig angeordneten, häufig aus zwei Fächern auf die Art, wie die Synangien bei den Marattiaceen — zusammengesetzten

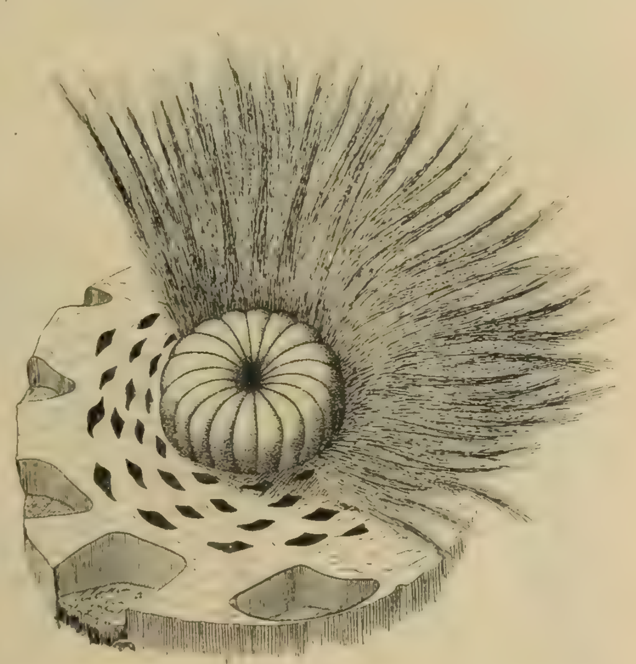
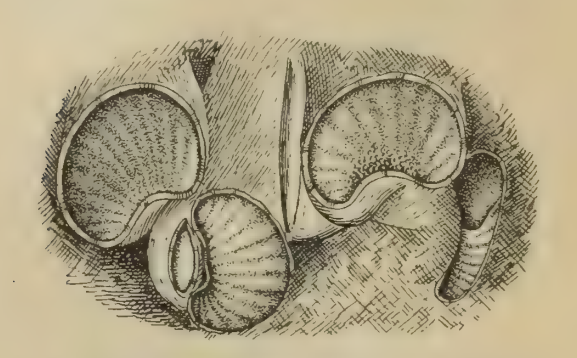


Fig. 462. **Cycadeoidea dakotensis**, ein Stamm mit mächtigen Blattresten, oben mit einer Blüte endigend (aussen Hüllschuppen, innen eingerollte Staubblätter). (Nach Wieland.)

Staubbeutel. An der Aussenseite der Staubbeutel kann man ein stark verdicktes Gewebe beobachten, welches an den Sporangienring der Farne erinnert (Fig. 463). Die Pollenkörner sind jenen der rezenten Cycadeen vollkommen ähnlich.



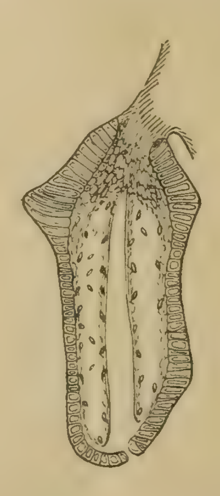
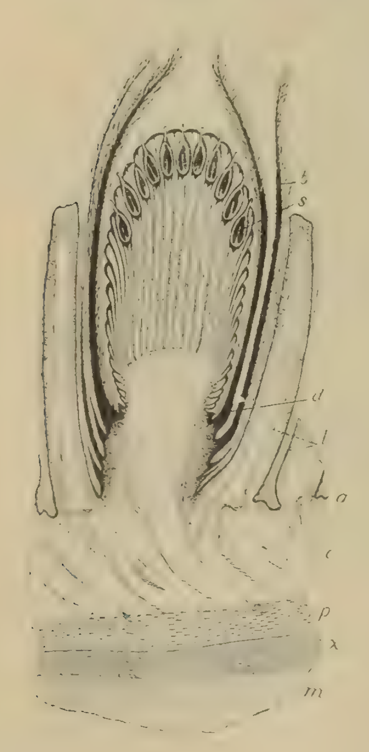


Fig. 463. **Cycadeoidea** dakotensis, Blattpartie mit Synangien, rechts ein vergr. Längsschnitt durch ein Synangium. (Nach Wieland.)

Der weibliche Zapfen ist aus dicht angeordneten Schuppen zusammengesetzt, zwischen welchen verhältnismässig kleine, aufrechtstehende Eichen eingebettet sind. Es lässt sich heute allerdings nicht mehr sicherstellen, in welchem Verhältnisse diese Eichen sich zu den sie umgebenden Schuppen befanden, aber nach den verschiedenen Beschreibungen und Abbildungen schliesse ich, dass die Eichen an der Basis mit der Schuppe wahrscheinlich so wie bei den rezenten Zamieen zusammen-



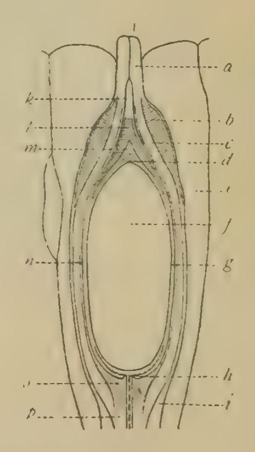


Fig. 464. Weibl. Blüte von **Cycadeoidea** im Längsschnitt, m, x, p, c) Gewebeschichten der Stammpartie, l) Blattbasen, b) Hüllschuppen, s) Höhlungen mit Eichen (nach Wieland). Rechts Längsschnitt durch ein Ovulum von **Bennettites Morierii**, a) Mikropyle, b) äussere Integumentschicht, c) inneres Fleisch, d) Corpuscula, e) Schuppe, f) Endosperm, g) Nucellus, h) Chalaza, i) Höhlung, k, l) Nucellusschnabel, m) Pollenkammer, n, o) Gefässbündel, p) Ovulumsstiel (nach Sap. et Mar.).

hingen. Die Zusammensetzung des Eichens ist der, der lebenden Cycadeen ähnlich: das Endosperm ist vor der Befruchtung entwickelt, das Integument bildet eine lange Mikropyle, der Nucellus ist in dem oberen Teile frei und schliesst mit einer Spitze in der Pollenkammer ab, im Endosperm befindet sich am Ende das Corpusculum (Fig. 464).

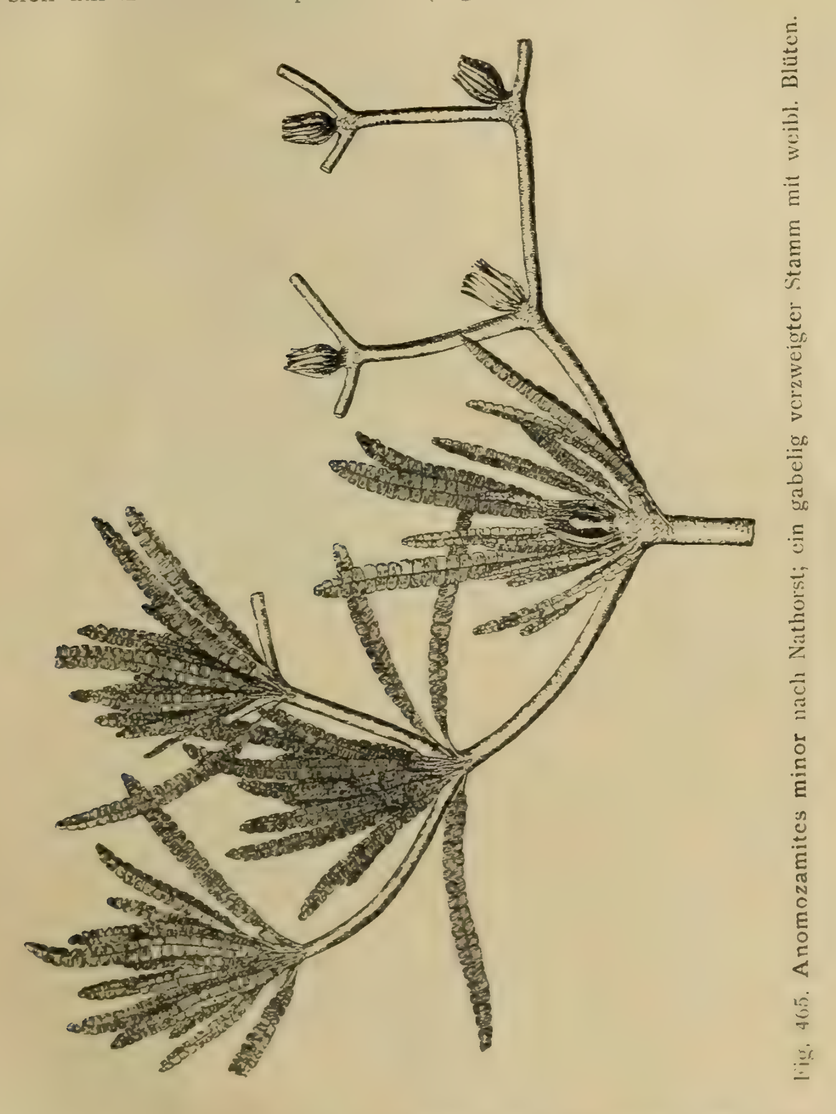


Fig. 465. **Anomozamites minor** nach Nathorst; ein gabelig verzweigter Stamm mit weibl. Blüten.

Unter diesen Umständen kann also kein Zweifel darüber obwalten, dass *Bennettites* und *Cycadeoidea* nacktsamige Pflanzen und zwar aus der nahen Verwandtschaft der lebenden Cycadeen sind, allerdings als selbständiger und paralleler Typus neben den letzteren. Sie nähern sich noch mehr den Farnen durch Bildung flacher, gefiederter Sporophylle, welche ähnlich gestaltete Mikrosporangien tragen. Von allen jetzt lebenden Cycadeen unter-

scheiden sie sich auch durch ihre Einhäusigkeit. Wir sollten hier eigentlich von einer zweigeschlechtlichen Blüte sprechen. Dies hat aber keine allgemeine Geltung, weil einige Gattungen und Arten auch nur eingeschlechtliche Blüten tragen.

Von den oben genannten zwei Gattungen unterscheidet sich in den Vegetativorganen sehr bedeutend die Gattung *Anomozamites* (Fig. 465), welche im schwedischen Trias vorkommt und von Nathorst beschrieben worden ist. Hier ist der Stamm dichasial verzweigt. Jede Gabel schliesst mit einem Cyklus genäherter Blätter ab, in denen der weibliche Endzapfen verborgen ist. Die Blätter sind lederartig, mit einem Mittelnerv, von welchem dichte Seitenadern nach den Rändern zu hinlaufen. Die Spreite ist mehr oder weniger tief eingeschnitten. Es sind das Blätter, welche schon seit langem aus dem Trias und Jura unter dem Namen *Nilssonia* bekannt sind. Erstaunlicherweise kommen dieselben auch noch in der Kreideformation zum Vorschein, ja ich habe sie auch in Böhmen im Cenoman häufig gefunden.*) Auch in Böhmen haben also *Bennettitaceen* gelebt, blühende und fruktifizierende Stämme sind aber bisher nicht gefunden worden. Schon die Beschaffenheit der Blätter von *Anomozamites*, *Nilssonia*, *Pterophyllum* beweist, dass diese Bennettitaceen sich den Gattungen der Zamieen sehr enge annähern, denn die Blattfiedern der Gattung *Zamia* und ihrer Verwandten ähneln vermöge ihrer Lederartigkeit, Gestalt und Nervatur den Blattfiedern der obengenannten fossilen Arten. In den Sammlungen des Jardin des Plantes in Paris wird ein prachtvolles Exemplar von *Williamsonia gigas* (Nr. 2399 a, vergleiche die Arbeit Wielands 1908) aufbewahrt, an welchem in der Tat prächtig wahrzunehmen ist, wie der Stamm sich gabelförmig teilt und einer Zamia ähnliche Blätter trägt.

Dass die Cycadeen sich nicht etwa aus den Bennettitaceen entwickelt haben, geht schon aus dem Umstande hervor, dass wir deutliche Reste von Cycadeen schon aus dem Carbon, Trias und Jura — also aus derselben Zeit kennen, wo die Bennettitaceen gelebt haben. *Cycadospadix Hennoquei* Sap. aus dem Lias ist z. B. absolut den Fruchtblättern der Gattung *Cycas* ähnlich. Und dass ausser den bekannten Gattungen der rezenten *Cycadeen* noch andere, verschiedenartige Typen gelebt haben, das wird durch eine schöne weibliche Blüte des *Zamiostrobus stenorhachis* Nath. aus dem schwedischen Rhät bestätigt.

Die Abteilung der Gymnospermen musste in der palaeo- und mesozoischen Zeit ein ganzes Pflanzenreich gebildet haben, von dem nur unbedeutende Reste auf uns herübergekommen sind. Ich bin der Ansicht, dass in der Zukunft die Palaeontologie uns noch viele Nachrichten aus diesem Gebiete bringen wird.

---

*) Die Gymnospermen der böhm. Kreideformation, Prag 1886 fol. 13 Taf.



Fig. 466. **Cordaianthus Peuioni** Rnlt., Durchschnitt durch eine männliche Blüte, a) Blütenachse, h) Hüllschuppen, c) Staubgefässe, d) Staubfäden, e) Antheren, p) Achsenscheitel (Nach Renault.) Unten weibl. Blütenstand von **Cordaianthus anomalus**, c) vergr. Same, b) **Cordaiospermum Gutbieri** Ren., Same. (Nach Schimper.)

Aus dem Umstande, dass die Bennettitaceen eigentlich Zwitterblüten haben, wollen einige Botaniker (Arber, Parkin) ableiten, dass uns diese Familie die Ureltern der Angiospermen vorstellt. Das ist ganz gewiss ein unrichtiger Standpunkt, denn wir sehen in sonst nichts anderem Beziehungen zu den Angiospermen. Im Gegenteil ist es klar, dass die Bennettitaceen den Farnen näher stehen als den Cycadeen; wie könnten sie also einen Übergang zu den Angiospermen bedeuten, da diese ja doch in der Phylogenese weiter hinter den Koniferen und diese wiederum weit hinter den Cycadeen stehen. Der Umstand, dass um die weiblichen Sporophylle die männlichen herumstehen, hat für die Phylogenese keine Bedeutung, denn auch bei den Gefässkryptogamen wechseln Arten und Gattungen mit ein- und zweigeschlechtlichen Blüten ab.

Auch die Familie der *Cordaitaceen* (Fig. 466), welche für das Palaeozoicum charakterisiert ist, stellt uns einen, schon im Mesozoicum vollkommen ausgestorbenen Typus der Gymnospermen vor. Manche wollten diese Familie in die Nähe der Cycadeen stellen, andere unweit von den Ginkgaceen, aber alle Umstände sprechen dafür, dass es sich da um einen, neben den beiden genannten selbständigen,

obzwar zu denselben parallelen Typus handelt. Es waren dies Bäume mit verzweigter Krone, mit einfach linealen, sehr lederigen, der Länge nach dicht (auf die Art wie die Gräser) geaderten, spiralig an den Zweigen gestellten Blättern. Die männlichen und weiblichen Blüten sassen an den Seitenachsen und bildeten Blütenähren. Die männlichen hatten eine äussere Hülle aus schuppenartigen Hochblättern und enthielten zahlreiche, spiralig angeordnete Staubblätter mit langen Fäden, welche von 2—5armigen Antheren abgeschlossen waren. Der Nucellus war lang geschnäbelt. Die Frucht war eine Steinfrucht auf die Art wie bei den Cycadeen und Ginkgaceen. Alle diese Merkmale sowie das quergefächerte Mark der Stämme zeigen das Bild von Eigentümlichkeiten, welche wir nirgendswo sonst unter den Gymnospermen finden.

Im böhmischen Cenoman kommen gleichfalls sonderbare Fossilien vor, welche man, allem nach zu schliessen, ebenfalls den Gymnospermen beizählen muss. Es ist dies die sogenannte *Krannera mirabilis*, welche ich in meinem oben zitierten Werke eingehend beschrieben und abgebildet habe. Hier haben wir wieder einen eiförmigen, dicken Stamm mit eigentümlichen Vorsprüngen, an welchen grosse, aber einfach lineale Blätter von stark lederiger Konsistenz mit paralleler, dichter Nervatur aufsassen. Diese Blätter sind also jenen der Cordaiten ähnlich, so dass die Vermutung nahe liegt, dass die genannte *Krannera* ebenfalls einen ausgestorbenen Typus aus der Verwandtschaft der Cycadeen und Cordaiten vorstellt und bietet uns dies zugleich einen Beweis, dass noch in der Mitte der Kreidezeit bei uns fremde und unbekannte Gymnospermen gelebt haben. Dass gleichzeitig mit der Krannera sehr mannigfaltige Cycadeen und Koniferen existiert haben, davon können wir uns bereits nach dem, was dort bisher gefunden worden ist, ein gutes Bild machen.

Aber mit alledem ist bisher das ganze Verzeichnis der fossilen Gymnospermen nicht erschöpft, denn aus der älteren Zeit werden noch viele und verschiedenartige, aber unvollkommen erhaltene Fragmente angeführt, von denen viele auch den Gefässkryptogamen beigezählt werden. Wir ersehen daraus, dass die morphologische Voraussetzung, derzufolge sich die Gymnospermen aus den Typen der Pteridophyten entwickelt und dass sie im Palaeo- und Mesozoicum die Mehrzahl der Phanerogamen, von denen nur die Überbleibsel einiger weniger Gattungen in die rezente Zeit hinübergingen, gebildet haben, durch die paläontologischen Funde bestätigt wird.

Schreiten wir nunmehr zu der Analyse der Blüte der zweiten Abteilung der Gymnospermen und zwar der **Koniferen**.

Die Blüten aller Koniferen sind diklinisch, ein- oder zweihäusig.

Die männliche Blüte der Koniferen ist sehr einfach organisiert. Die Sporophylle sind hier in häutige, nicht grüne Schuppen umgewandelt, welche an der Unterseite eine verschieden grosse Anzahl von Staubbeuteln

(Mikrosporangien) von unterschiedlicher Gestalt tragen. Bei *Araucaria* (Fig. 467) sind dieselben zahlreich, lineal gestreckt, bei *Taxus* sackförmig, unterhalb der schildförmigen Schuppe gestellt, 5—6zählig; bei *Juniperus* 3—4 an der unteren Partie der Schuppe, bei *Pinus*, *Abies*, *Podocarpus*, *Gingko* finden wir bloss 2 Staubbeutel, welche durch eine kleinere, gemeinschaftliche Schuppe verbunden sind, so dass das ganze männliche Sporophyll bereits den normalen, zweibeutligen Antheren der Angiospermen ähneln (siehe z. B. die Gattung Viola). Wenn wir die männlichen Sporophylle der Gattungen *Bennettites*, *Cycas*, *Zamia*, *Araucaria*, *Taxus*, *Juniperus*, *Abies* vergleichen, so tritt sofort das phylogenetische Gesetz hervor, nach welchem die Anzahl der Mikrosporangien an dem männlichen Sporophyll im Verlaufe der Zeiten abnimmt, bis es auf die feststehende Zahl 2 bei den Angiospermen herabsinkt.



Fig. 467. Staubblätter der Koniferen. Juniperus Oxycedrus (oben), Araucaria brasiliana (in der Mitte), Abies pectinata (unten). (Luerssen, Handb.)

Ich hatte tatsächlich Gelegenheit, an den männlichen Blüten von *Podocarpus* eine Abnormität zu beobachten, wo die Blütenachse sich weiter vegetativ entwickelte, indem sie grüne Blätter trug und auf den Übergangsblättern nicht zwei, sondern 8—12 Pollensäcke zeigte — ein Zustand, welcher an die männlichen Sporophylle von Cycas erinnert und das bereits dargelegte Gesetz bestätigt.

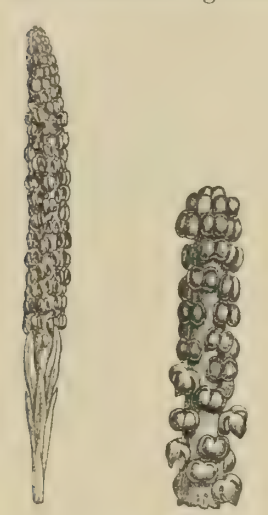
Dieses Gesetz befindet sich im Einklange mit der phylogenetischen Entwicklung der Angiospermenblüte, der zufolge die Umwandlung polymerischer Blütenorgane in oligomerische überall zum Vorschein kommt.

Die Staubblätter sind gewöhnlich in grösserer Anzahl an der Blütenachse in spiraliger Anordnung oder in abwechselnden Wirteln (je nach der Stellung der Blätter an den Zweigen) gestellt. Die Blütenachse ist verkürzt oder auch bedeutend verlängert, so dass die Staubblätter an derselben frei, von einander entfernt sitzen (Podocarpus, Ginkgo). Bei der letzterwähnten Gattung kommt nicht selten eine Abnormität vor, wo die Staubblätter sich in flache, grüne Blättchen verwandeln.

an denen die Pollensäckchen verschwunden sind. Hieraus ist am besten zu ersehen, dass das ganze Staubblatt dem umgewandelten Blatte entspricht.

Die Pollensäcke öffnen sich gewöhnlich durch eine Längsspalte, seltener durch eine Querspalte (Abies, Fig. 467).

Unterhalb der Blüte bilden die vergrösserten Schuppen häufig eine eigenartige Hülle, welche wir als die ersten Anfänge des Perigons ansehen können. In der Jugend hüllen diese Schuppen die Blüte ein, aber sie sind nicht besonders gefärbt, auch übergehen dieselben allmählich in kleine Knospenschüppchen (Taxodium, Taxus, Fig. 468).



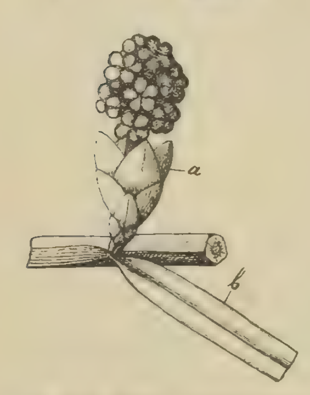


Fig. 468. Männl. Blüten von Podocarpus chilina (oben, nach Baill.) und Taxus baccata (unten, Orig.), a) Hüllschuppen, b) Stützblatt.

Die Blüten als Achse sind an den Zweigen verschiedenartig gestellt; entweder sitzen dieselben in der Achsel der Blätter (Abies, Larix) oder der Schuppen (Pinus), einzeln (bei Pinus sind sie genähert, indem sie eine Gruppe am Ende des Zweigs bilden, welche aber nach dem Abblühen weiter wächst), oder sie bilden in grösserer Anzahl bündelige oder rispenförmige Blütenstände (Pseudolarix, Cephalotaxus, Taxodium).

In phylogenetischer Beziehung sehen wir, dass die männliche Blüte der Koniferen die Staubblätter an einer verlängerten Achse in derselben Ordnung zusammengestellt hat, in welcher die Blätter an den Vegetationszweigen angeordnet sind — und zwar in grosser Anzahl. Wir können da keinen, nach einer bestimmten Zahl angelegten Plan und keine bestimmte Anzahl von Cyklen — wie dies bei den Angiospermen der Fall zu sein pflegt — unterscheiden. Wir haben hier also acyklische Blüten oder Blüten von primärer Zusammensetzung vor uns, aus welchen, wie wir noch weiter unten auseinandersetzen werden, die oligomerische und oligocyklische Blüte der Angiospermen sich entwickelt hat.

Viel schwieriger ist es, die morphologische Zusammensetzung der weiblichen Blüte in der Abteilung der Koniferen klarzulegen. Die einfachsten Verhältnisse kommen in der Familie der *Taxaceen* vor, mit welcher wir uns also zunächst befassen werden, um die hier gewonnenen Erfahrungen an die Blüten der übrigen Familien applizieren zu können.

In der Familie der *Taxaceen* finden wir ein einfaches Eichen in der Schuppenachsel und zwar entweder in aufrechter oder in um

Lage. Es ist entweder mit seiner Schuppe verwachsen oder vollkommen frei, so dass auch an seinem Zusammenhange mit der zugehörigen Schuppe gezweifelt werden kann. Es hat ein einfaches Integument und einen normalen Nucellus. Unterhalb des Integuments wächst ein fleischiger Wall, welcher um das ganze Eichen herumwächst und zur Zeit der Fruchtreife sich in eine fleischige, gefärbte Hülle verwandelt, in welcher der Same eingebettet ist. Es ist dies der sogenannte Arillus, welchen manche als äusseres Integument auslegen wollten.

Bei der Gattung *Phyllocladus*, *Microcachrys* und *Saxegothaea* setzen die Fruchtblätter mit einem einzigen Eichen in der Achsel eine ganze Ähre zusammen (Fig. 469). Bei der erstgenannten Gattung ist es nicht klar, ob das Eichen zu der Stützschuppe (dem Fruchtblatt) gehört, aber bei der Gattung *Microcachrys* ist es nicht nur an diese Schuppe angewachsen, sondern auch an derselben hoch hinaufgerückt, so dass es, verkehrt, erst unterhalb des Endes der Schuppe hervorkommt. Aus diesem Umstande können wir mit Recht die Folgerung ableiten, dass das Eichen auch dort, wo es nicht deutlich mit der Schuppe zusammenhängt (Taxus), dennoch zu einer Schuppe gehören muss.

Die Orientierung in den genannten 3 Gattungen (Fig. 469) ist sehr einfach: an der Achse der Blütenähre *(o)* sitzen die Fruchtschuppen *(a)* und in deren Achsel das Eichen *(s)*.

Anders verhält sich dies bei der Gattung *Torreya*. Hier sitzen an der Achse *(o)* in der Schuppenachse *(a)* zwei Eichen, eigentlich zwei weibliche Blüten in der Achsel zweier transversaler Vorblätter *(b)*.

Diese zwei Blüten sind zur Axillarachse *(o')* orientiert. Diese Achse zeigt sich in der Wirklichkeit zwischen beiden Blüten als verkümmerter Knospenhöcker. Hier ist also gegenüber der Gattung *Phyllocladus* der Unterschied, dass die Blüten an der zweiten Achse sitzen oder, mit anderen Worten gesagt, dass die Eichen den Schuppen der zweiten Achse angehören. Dieses Verhältnis haben wir auch bei der Gattung *Taxus*. Hier befindet sich unter den Hüllschuppen der weiblichen Blüte ein verkümmertes Stielchen als Rudiment der Achse *(o')*, so dass wir sehen, dass von beiden Blüten der Gattung *Torreya* sich bloss eine einzige entwickelt hat.

Wenn wir erwägen, dass bei der Gattung *Taxus* das Eichen eigentlich terminal steht, so kommt einem das so vor, als ob faktisch eine Umwandlung des Achsengipfels *(o'')* eingetreten wäre, was als Bestätigung der Theorie jener Botaniker gelten könnte, welche, wenigstens in einigen Fällen, die Eichen als Umwandlung des Achsengipfels ansehen wollen. Im Hinblicke auf die Gattungen *Phyllocladus* und *Microcachrys* ist aber wohl ersichtlich, dass auch bei den Taxaceen das Eichen auf der Schuppe sitzt, der es seine Erzeugung verdankt oder deren Teil es ist; es ist also unmöglich, dass die Sache sich bei den Gattungen *Torreya*



Fig. 469. Analyse der weibl. Blüten der *Taxaceen.* 1) **Phyllocladus sp.,** 2) **Microcachrys tetragona,** 3) **Podocarpus sp.,** 4) **Torreya taxifolia,** 5) **Cephalotaxus Fortunei,** 6) **Taxus baccata.** a) Stützblatt, b) transversale Schuppen der 2. Achse, m, n) Hüllschuppen, r) Arillus, s) Ovulum, x, o') Rudimente der 2. Achse, o, o', o'') Achsen. (Original.)

oder *Taxus* anders verhalten sollte. Hier müssen wir voraussetzen, dass das ursprünglich in der Achsel sitzende Eichen eine terminale Stellung deshalb eingenommen hat, weil der Achsenscheitel vollkommen zur Verkümmerung gelangte. Wohl bekannt ist aber das Gesetz, demzufolge ein in stärkerer Entwicklung befindliches Organ die Stelle des verkümmerten, benachbarten Organs einnimmt. Abnorme Fälle könnten hier direkte Beweise liefern. Dass das Eichen der Gattung *Taxus* nur scheinbar terminal ist, beweisen die Gattungen *Dacrydium*, *Stachyotaxus* und *Palissya.* Das *Dacrydium* hat ebenfalls ein terminales, aus dem basalen Becher (Arillus) hervortretendes Eichen. Die fossile G. *Stachyotaxus* trägt auf der verlängerten Blütenachse zahlreiche, seitliche Schuppen, aus deren Mitte 2

mit einem Becher versehene Eichen hervorwachsen. Die zweite fossile G. *Palissya* besitzt auf der verlängerten Blütenachse lange, flache Schuppen, auf deren flacher Innenseite 8—10 mit Arillus versehene Eichen in zwei Reihen beiderseits des Mittelnerven sitzen. Durch die Reduktion dieser zahlreichen Eichen bis auf 2 entsteht die G. *Stachyotaxus* und aus dieser durch weitere Reduktion die G. *Dacrydium* und *Taxus*. Aus dem Beispiele der G. *Palissya* ist wohl ersichtlich, dass die Eichen ganz wie bei den Angiospermen nicht ebenfalls die Stellung am Blattrande, sondern auch auf der Blattfläche einnehmen können. In der rezenten G. *Microcachrys* findet sich tatsächlich das Eichen auf der Innenfläche der Fruchtschuppe. Mit diesem Faktum steht auch im Einklang das Vorkommen zahlreicher Eichen hinter jeder Schuppe in den Gattungen *Sequoia*, *Cupressus* u. s. w. Die Foliolartheorie wird hiemit keineswegs in Anspruch genommen, da auch in diesem Falle die Eichen als Bestandteile des Fruchtblattes verharren. Eine schöne Darlegung über die genannten rhätischen Gattungen vergleiche in der Arbeit Nathorsts.

Bei der Gattung *Podocarpus* haben wir eigentlich denselben Fall, wie bei *Taxus*. Hier steht das Eichen auch scheinbar terminal, aber an dessen Basis kann man nach Strasburger einen verkümmerten Höcker (*x*) beobachten, welcher den Scheitel der Achse vorstellt, auf der das Fruchtblatt mit dem Eichen steht. Ja, bei einigen Arten der Gattung *Podocarpus* befinden sich auch mehrere Eichen hinter einigen Schuppen, so dass die Blüte dieser Gattung in die Blütenform der Gattung *Phyllocladus* übergeht.

Sehr interessante Verhältnisse sind bei der Gattung *Cephalotaxus* vorhanden. Hier sitzen an der Achse (*z*) die Schuppen (*k*), in deren Achsel sich 2 Eichen befinden. Als was sollen wir diese 2 Eichen (mit Rücksicht auf die vorangeführten Gattungen) ansehen? Man könnte vermuten, dass hier in der Achsel einer Fruchtschuppe zwei Eichen sitzen, auf die Art, wie bei einigen Cupressineen, wo überhaupt mehrere Eichen vorhanden zu sein pflegen. Aber eher liegt die Vermutung nahe, dass — analog wie bei der Gattung *Torreya*, welcher die Gattung *Cephalotaxus* sehr nahe verwandt ist — es sich hier eigentlich um 2 Blüten handelt, deren Stützschuppen und Achse spurlos verschwunden sind, so dass die Schuppe (*k*) der Schuppe (*b*) bei der Gattung *Torreya* gleich ist. Dieser Fall ist um so interessanter, als wir etwas ähnliches auch bei der Gattung *Ginkgo* sehen werden.

Das wichtigste Faktum bei den weiblichen Blüten der Taxaceen ist aber das, dass sich die Eichen an den Schuppen entweder der ersten (Phyllocladus, Microcachrys, Podocarpus) oder der zweiten Achse (Torreya, Cephalotaxus, Taxus) befinden und dass wir die Neigung zur Verkümmerung nicht nur der Blütenachse, sondern auch der anderen zugehörigen Blütenbestandteile bemerken

können. Diese Erkenntnis hat eine grosse Bedeutung für das Verständnis der ähnlichen Verhältnisse bei den übrigen Koniferen.

Einstweilen wollen wir uns noch mit der Auslegung der Zusammensetzung der Blüte der so bemerkenswerten Gattung *Ginkgo* befassen. Diese Gattung wurde erst in der letzteren Zeit in ihrer wahren systematischen Wesenheit erkannt. Früher hat man sie direkt in die Familie der *Taxaceen* gestellt; allein von der Zeit an, wo in deren Pollenschläuchen Spermatozoiden entdeckt worden sind, errichtete man für sie eine eigene Familie

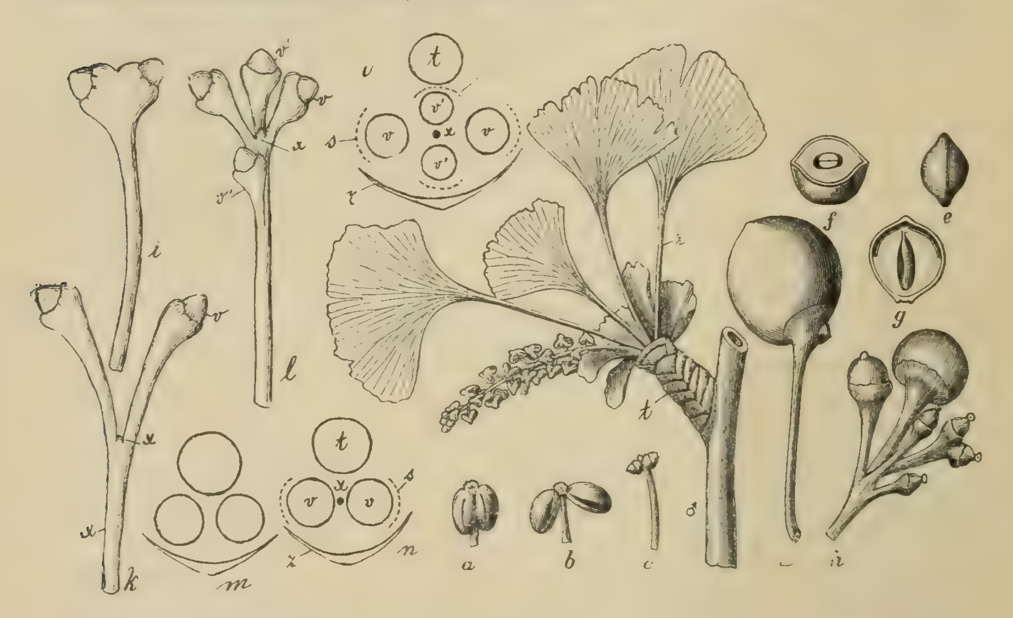


Fig. 470. **Ginkgo biloba**, Kurztrieb mit männl. Blüte, a, b) Staubbl., c) weibl. Blüte, d) Frucht, e, f, g) Steinkern derselben, h) Eichen in grösserer Anzahl (nach Richard), i) Normaler Zustand der weibl. Blüte, m) hiezu Diagramm, n) theoretische Erklärung desselben, k, l) abnorm entwickelte weibl. Blüten, o) hiezu Diagramm. (Nach Wettstein.)

der *Ginkgaceen*, in welche noch zahlreiche fossile Arten eingereiht wurden. *Ginkgo* ist eine sehr wichtige Pflanze, denn in ihr erblicken wir einen, jetzt isolierten Pflanzentypus, welcher im Mesozoicum sehr reich gegliedert war und vielleicht auch Beziehungen zu den ausgestorbenen Cordaiten hat. Schon im II. Teile (S. 457) haben wir uns mit seinen morphologischen Eigentümlichkeiten befasst; allein auch in den weiblichen Blüten finden wir interessante Verhältnisse vor. In der Achsel der grünen Blätter (Fig. 470 *z*) kommen an dünnem Stiele zwei sitzende Eichen und zuletzt zwei, oder (infolge von Verkümmerung eines Eichens) eine Beere zum Vorschein. Die Eichen haben ein einfaches Integument, allein unterhalb derselben und zwischen ihnen vermag man kein Blättchen oder überhaupt die Spur irgend eines Organs zu finden, so dass es den Anschein hat, als ob das Ganze ein Fruchtblatt mit 2 Eichen vorstelle. Dies wird von

den Autoren verschiedenartig erklärt: Strasburger hält die Eichen nebst dem Stiele für Achsengebilde, das Ganze also für eine Inflorescenz; Van Tieghem sieht das Ganze als Fruchtblatt an, Eichler, Čelakovský, Engler, Fuyii als Blüte mit 2 Eichen. Eichler z. B. sagt, dass der Stiel eine Axillarachse vorstellt, welche zwei transversale Vorblätter trägt, in deren Achsel (als Fruchtblätter) je 1 Eichen sitzt. Die Vorblätter abortieren aber gänzlich (siehe Fig. 470, m, n). Wir müssen also zwischen beiden Eichen eine abortierte Achse voraussetzen. In der neuesten Zeit hat sich mit diesem Gegenstande Wettstein befasst, welcher alles an Abnormitäten richtig ausgelegt und die Ansicht Eichlers bestätigt hat.

Es geschieht nämlich häufig, dass der Fruchtstiel sich zweiteilig gestaltet (Fig. 470, *k*). Da kommt nun zwischen beiden Armen in der Tat die vorausgesetzte Scheitelknospe zum Vorschein. Wettstein hat sogar konstatiert, dass die Gefässbündel in dem Stiele zu der abortierten Achse (x) so, wie in den, dieser Achse angehörenden Blättern orientiert sind. Es kommen auch Fälle vor, wo der Stiel 4 Eichen an 4 Zweigen welche dann in Paaren kreuzweise stehen, trägt (Fig. 470, *l*, *o*). Da ist es nun klar, dass 2 Paare dekussierter Fruchtblätter vorauszusetzen sind. Diese Stellung entspricht auch richtig der normalen Stellung der Schuppen oder Blätter an den vegetativen Achselknospen, wie Wettstein richtig bemerkt.

Čelakovský hat irrigerweise vermutet, dass der Knospenhöcker (x) die dritte Fruchtschuppe, auf die Art wie bei den Gattungen *Picea* und *Pinus* vorstellt.

Wenn wir jetzt die normalen weiblichen Blüten der Gattung *Ginkgo* mit der Gattung *Cephalotaxus* vergleichen, so finden wir, dass hier etwas ähnliches vorhanden, das heisst, dass zwischen beiden achselständigen Eichen die zweite eigentliche Achse und unterhalb der Eichen die Fruchtschuppe verkümmert ist.

Sehen wir uns nun die weiblichen Blüten der übrigen Koniferenfamilien (der *Abietineen*, *Taxaceen*, *Araucariaceen*, *Taxodineen*) näher an. Wenn hier die männlichen Blüten im ganzen gleichmässig ausgebildet waren, so ist dies nicht der Fall bei den weiblichen Blüten, welche verschiedenartige Abweichungen und Modifikationen aufweisen.

In der Familie der *Abietineen* (Pinaceen) ist die zapfenförmige Blüte aus zahlreichen, in regelmässigen Parastichen angeordneten Schuppen oder Brakteen verschiedener Gestalt zusammengesetzt. Bei den Gattungen *Pinus* und *Picea* sind diese Schuppen nur klein und im Fruchtstadium hinter der Fruchtschuppe verborgen, bei *Abies* und *Tsuga* sind sie auch hier gross und die Fruchtschuppe überragend (Fig. 470a). Besonders grosse Dimensionen erreichen sie bei *Abies bracteata* und *Tsuga Douglasii*. In der Achsel der Schuppe (Braktee) befindet sich eine zweite Schuppe (die

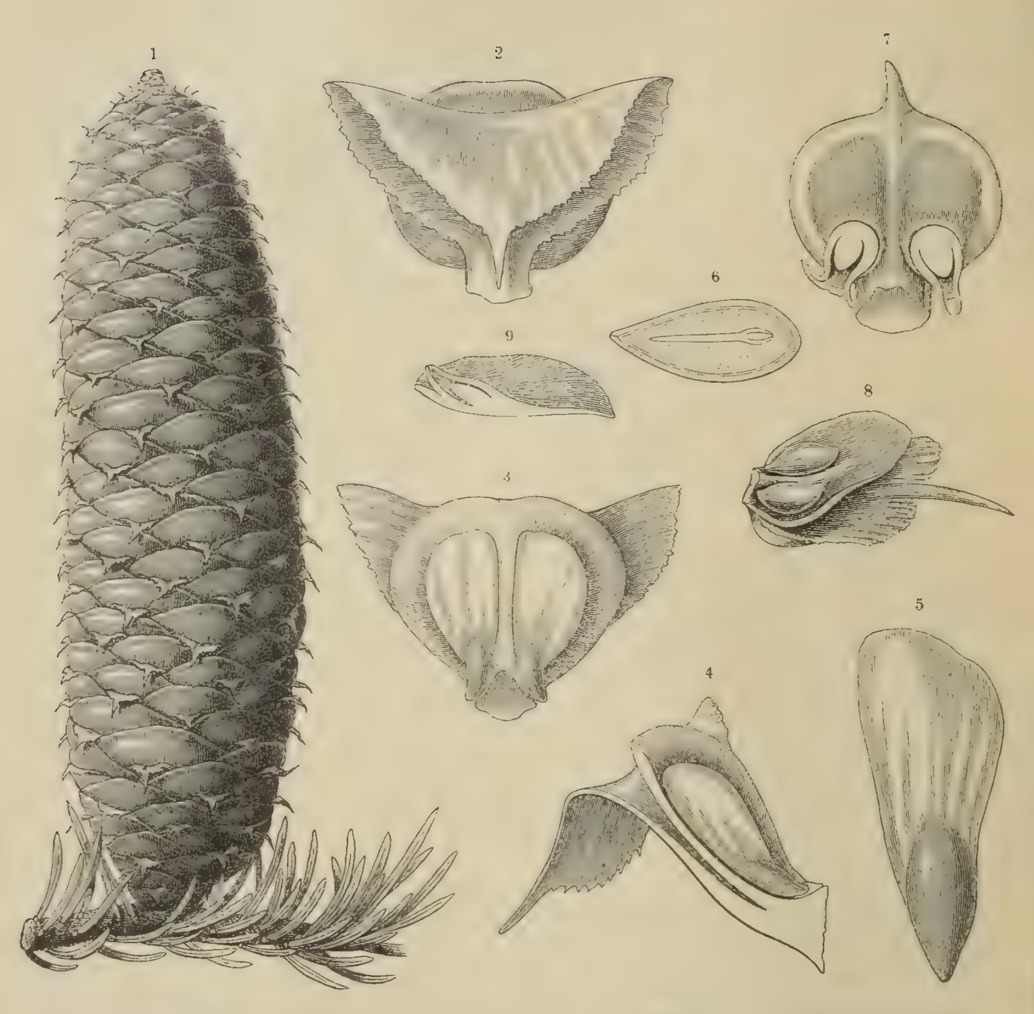


Fig. 470a. **Abies pectinata,** 1) Fruchtzapfen, 2, 3) Braktee nebst Fruchtschuppe, 4) dasselbe im Durchschn., 5) Same, 6) derselbe im Durchschn, 7) Fruchtschuppe mit 2 Eichen, 8) Braktee und Fruchtschuppe, 9) Fruchtschuppe im Durchschnitt. (Kerner, Pflanzenleben.)

Fruchtschuppe), die an ihrer inneren Seite zwei verkehrte Eichen trägt, welche der Schuppe angewachsen sind und demnach derselben angehören. Zur Fruchtreife wächst die Fruchtschuppe derart heran, dass sie die Stützbraktee überragt und nur sie am Zapfen zum Vorschein kommt. Je nach der Gattung nimmt sie verschiedene Gestalt an, so endigt sie z. B. bei der Gattung *Pinus* mit einem festen, rhombischen Schildchen, welches in der Mitte durch einen Nabel gekennzeichnet ist (Apophyse).

In der Familie der *Araucariaceen* unterscheiden wir Braktee und Fruchtschuppe nicht, denn an der Blütenachse sitzen in Parastischen bloss

Schuppen einer Art, in deren Achsel 1 oder 3 verkehrte Eichen sich befinden. Während der Fruktifizierung vergrössert und verholzt die Schuppe, aber auch in diesem Zustande ist an derselben keine angewachsene Braktee bemerkbar. Sie ist in jedem Alter einfach. Die Eichen sitzen entweder frei in der Achsel (Dammara) oder sind der ganzen Länge nach mit der Schuppe verflossen (Araucaria). Aber in jedem Falle haben sie einen zungenförmigen oder häutigen Auswuchs (die sog. Ligula*).

In der Familie der *Cupressineen* sitzt hinter einer einzigen Schuppe eine grössere Anzahl von aufrechten Eichen. Zur Reifezeit verholzt die Schuppe, indem sie eine schildförmige Gestalt annimmt, mit einem Nabel in der Mitte, oder es hat den Anschein, als ob an die Schuppe eine spitzige und lederige Braktee anwachsen würde.

In der Familie der *Taxodineen* sind die Verhältnisse ähnlich, wie bei der letzteren, nur mit dem Unterschiede, dass die Schuppen nicht in Wirteln (Paaren), sondern spiralig an der Blütenachse stehen. Übrigens werden wir noch hören, dass diese Familie nicht gerechtfertigt ist.

In allen Fällen, wo die Eichen in der Achsel einer einzigen Schuppe an der Blütenachse sitzen, hätten wir nichts besonderes, denn an dem Fruchtblatte können wo immer und in jedweder Anzahl Eichen als dessen Bestandteile entstehen. Aber sonderbar und für die Morphologie sehr rätselhaft ist der Fall bei den *Abietineen*, wo hinter der freien Braktee erst die, die Eichen tragende eigentliche Fruchtschuppe sitzt (Fig. 470a). Wir haben also hier ein Blatt nach dem andern an derselben Achse, oder immer je zwei superponierte Blätter — einen Fall, welcher allen morphologischen Regeln widerspricht. Aus der Blattachsel kann nur eine blatttragende Achse oder ein dergleichen Spross herauswachsen. Was soll also die Fruchtschuppe bei den Gattungen Pinus, Abies u. s. w. bedeuten?

Die morphologische Deutung der Fruchtschuppe der Abietineen ist seit einer langen Reihe von Jahren her zum Gegenstande von Ausführungen einer ganzen Reihe von Botanikern geworden und sind über dieses Thema die verschiedenartigsten Ansichten ausgesprochen worden. Und wenn wir heutzutage das Resultat dieser ganzen wissenschaftlichen Kriegsführung überblicken, so kann darüber folgendes gesagt werden: Die vergleichenden Morphologen gingen als Sieger über die Physiologen, Anatomen und Ontogenetiker hervor. Die ersteren halten sich an die vergleichende Methode, indem sie hauptsächlich abnorme Fälle zur Hilfe nehmen, die letzteren beschreiben die Sache so, wie sie dieselbe ad hoc finden, ohne Sinn für Vergleichung und Abstrahierung zu haben.

---

* Auch den Flügel am Samen der Gattung *Dammara* muss man als Ligularauswuchs so wie bei der Gattung *Araucaria* ansehen.

Schleiden hielt die Fruchtschuppe der Abietineen für ein Achsenorgan in der Gestalt eines Kladodiums, welches in der Achsel der Braktee aufwächst.

Strasburger betrachtete sie als eine blattlose Axillarachse, welche 2 Blüten trägt (die Eichen sieht er nämlich als Knospen an).

Sachs und Eichler halten sie für einen placentaartigen, flachen Auswuchs aus der Braktee.

Delpino und sein Anhänger Penzig sagen, dass wir da ein einzelnes, dreiteiliges Blatt vor uns haben, dessen zwei Abschnitte fertil und zusammengewachsen sind, indem sie eine Fruchtschuppe vorstellen (etwa wie bei der Gattung Aneimia).

Rob. Brown, Mohl und Van Tieghem nehmen an, dass in der Achsel der Braktee eine verkümmerte Achse zum Vorschein kommt, welche das erste Blatt trägt, das sich dann zu einem Fruchtblatt oder zu einer Fruchtschuppe entwickelt. Diese Ansicht stützen sie hauptsächlich auf anatomische Gründe.

A. Braun (1853*), Caspary, Örsted, Parlatore, Mohl, Stenzel, Willkomm, Čelakovský, Engelmann, Velenovský, Wettstein, Bayer nehmen an, dass in der Achsel der Braktee ein Spross aufwächst, dessen erste zwei Schuppen sich in Fruchtschuppen verwandeln, welche dann zusammenwachsen und eine einzige axillare Fruchtschuppe vorstellen, nachdem die übrigen Bestandteile des Achselsprosses spurlos zur Abortierung gelangten.

Aus dieser Übersicht ersehen wir, dass die letztgenannten zwei Ansichten sich von einander nur wenig unterscheiden, und Mohl hat auch später der letzterwähnten Ansicht beigepflichtet.

Von allen diesen Anschauungen kann lediglich die letzterwähnte Anspruch auf Richtigkeit machen. Die Grundlage dieser Ansicht beruht auf abnormen Fällen an Fruchtzapfen verschiedener Abietineen. Um dem Leser die Sache klar zu machen, wollen wir die von mir selbst im J. 1888 beobachteten und beschriebenen Details an *Larix decidua* darlegen.

Die Zapfen der Lärche kommen häufig durchwachsen vor. Es wächst nämlich die Achse weiter und trägt dieselbe grüne Blätter (Fig. 471, *1*). In einem solchen Falle finden wir keine besonderen Veränderungen in den Fruchtschuppen. Aber manchmal geschieht es, dass der Zapfen in höherem Masse vergrünt und da verwandeln sich nun vor allem die Stützbrakteen in normale grüne Blätter und statt der Fruchtschuppen finden wir eine ganze Stufenreihe von Veränderungen (Fig. 2). Auf der höchsten Stufe (5) sehen wir statt der Schuppe eine ganze, geöffnete, aus

*) Es hat eigentlich schon im Jahre 1810 Tristan eine ähnliche Ansicht ausgesprochen.

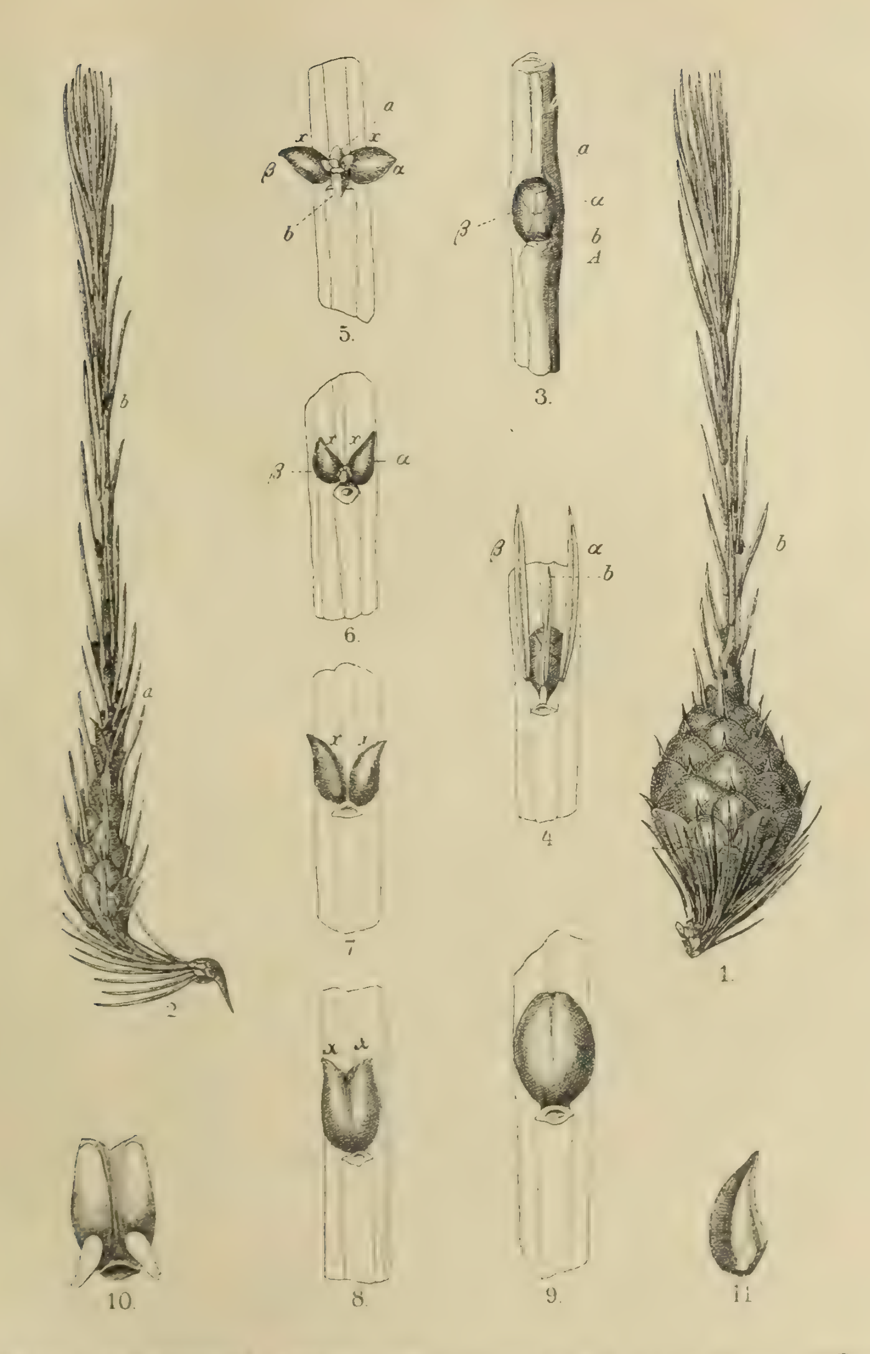


Fig. 471. **Larix europaea**, Umwandlung der Fruchtschuppe in die Knospe. 1) Durchwachsener Zapfen. 2) desgleichen, mit umgewandelten Schuppen. 3) Vegetativknospe. A Stützbl., α, β erste transv. Schuppen, a, b) weitere Schuppen. 4) α, β) in Blätter umgewandelt. 5) die Fruchtschuppe in eine Knospe umgewandelt. 6) die Ränder x) nähern sich einander, die übrige Knospe verkümmert. 7) es bleiben nur α, β übrig. 8, 9) Verwachsung derselben. 10) fast normaler Zustand. 11) Fruchtschuppe des **Stadiums 5. (Nach Velenovský.)**

kleineren Schuppen zusammengesetzte Knospe. Die transversalen (ersten) Schuppen (α, β) sind die grössten. Diese entsprechen den ersten Transversalschuppen (α, β) an der normalen Axillarknospe (*3*). Auf einer niederen Stufe beginnen sich alle Schuppen der Knospen zu verkleinern, nur die querstehenden zwei (α, β) bleiben gleich gross (*6*). Auf einer weiteren Stufe verschwindet die ganze Knospe und erübrigen bloss die zwei ersten Schuppen (α, β), welche jedoch mit ihren, zu der Zapfenachse gewendeten Rändern (*x*, *x*) sich dem Stützblatt zuzudrehen beginnen, bis sie zusammentreffen (7). Dadurch wenden sich also beide Schuppen derart um, dass ihre Rückenseite zu der Zapfenachse gewendet ist. Jetzt fangen beide an mit den sich berührenden Rändern zusammenzuwachsen, bis eine einzige, hohle, normale Schuppe (*8*, *9*) entsteht, welche in der Achsel zwei Eichen trägt. In den Stadien (*6*, *7*) konnte man die Reste der Eichen an der Rückenseite beider Schuppen (an jeder je eines) beobachten; infolgedessen müssen dann an der normalen Schuppe (*9*) beide Eichen in der Achsel erscheinen. Ja ich habe einen Fall beobachtet, wo in der Knospe (*5*) alle Schuppen an der Unterseite ein verkümmertes Eichen trugen.

Aus dieser Metamorphose geht also zweifellos hervor, dass die Fruchtschuppe der Gattung *Larix* durch Zusammenwachsung der zwei ersten Schuppen des Axillarsprosses entstand und dass also die Fruchtschuppe der Axillarachse angehört.

Den von uns hier behandelten Fall hat A. Braun zuerst beschrieben, allein er hatte nur ungenügendes Material zur Disposition; nach Braun haben sich Caspary, dann Örsted und Stenzel mit diesem Fall beschäftigt.

Aber auch an anderen Arten wurde ebendasselbe wiederholt bestätigt; so an *Picea excelsa* von Örsted, Willkomm und Čelakovský, an *Tsuga Brunoniana* von Parlatore, an *Tsuga canadensis* von Engelmann. Zu den gleichen Resultaten führten Beobachtungen an den androgynischen Blüten von *Picea excelsa* (Keissler), *Picea alba*, *P. nigra* (Örsted) und *Pinus Thunbergii* (Weiss).

Die oben gegebene Erklärung wird aber noch durch folgende aus Pflanzen, die sich in normalem Zustande befinden, geschöpfte Umstände bestätigt:

1. In der Fruchtschuppe von *Larix*, *Picea* u. s. w. sind die reihenweise stehenden Gefässbündel mit ihrem Xylem zu der Stützbraktee und mit dem Phloëm zur Zapfenachse orientiert, während dieselbe Reihe von Gefässbündeln in der Braktee mit dem Xylem zur Zapfenachse und mit dem Phloëm rückwärts orientiert ist. Dieses eigentümliche Verhältnis entspricht gut der oben dargelegten Umkehrung beider Fruchtschuppen. Van Tieghem hat auf diese Eigenschaft der Fruchtschuppen besonders aufmerksam gemacht.

2. Es ist eine allgemeine Erscheinung bei den Gattungen *Larix*, *Picea* und *Tsuga*, dass die Schuppen am Ende ausgerandet sind.

3. Das Verhältnis zur Familie der *Taxaceen*, wo wir in ganz ähnlicher Weise gesehen haben, dass die Eichen entweder an den Schuppen der ersten oder der zweiten Achse sitzen können. Der Fall bei den Gattungen *Cephalotaxus* und *Ginkgo* ist im wesentlichen identisch mit jenem bei *Larix* und *Picea*. Bei *Cephalotaxus* abortierte nicht nur die Axillarachse, sondern auch die Fruchtschuppen, bei *Gingko* abortierten die Fruchtschuppen, die Achse hat aber die Form eines Stieles erlangt.

Ausserdem bieten uns die androgynen Blüten der Abietineen eine glänzende Bestätigung derselben Anschauung. Schon Dickson (Botan. Soc. of Edinb. 1860) und nach ihm mehrere Autoren*) (Weiss, Masters u. a.) haben an androgynen Blüten, wo der untere Teil männlich, aus normalen Staubblättern zusammengesetzt und die obere Partie weiblich, aus normalen Fruchtblättern bestehend (oder auch umgekehrt — Keissler) zu sein pflegt, die Beobachtung gemacht, dass da an den Grenzen beider Partien Übergangsformen vorkommen, wo die Stützbraktee Pollensäcke trägt und in der Achsel sich eine Schuppe befindet, welche die Eichen trägt. Wenn die Fruchtschuppe und die Braktee zu einander (als zu einem Phyllome) gehören würden, so müsste die Braktee an einer Seite Staubbeutel und an der anderen Eichen tragen. Aus dem beschriebenen Stande ist also zu ersehen, dass die Braktee und die Fruchtschuppe verschiedene Organe sind.

Die hier gegebene Deutung der Fruchtschuppe der Abietineen ist für jeden Botaniker, dessen Grundsatz es ist, seine Ansichten auf der vergleichenden Methode aufzubauen, so überzeugend, dass an der Richtigkeit dieser Auslegung nicht gezweifelt zu werden vermag. Sie wurde auch fast durchweg von den Systematikern angenommen und anerkannt. Nur die Physiologen und Ontogenetiker, welche überhaupt die Bedeutung der Abnormitäten für die Morphologie zurückweisen, haben gegen diese Anschauung entschiedenen Widerspruch erhoben. So tat es in der letzteren Zeit hauptsächlich Goebel, welchem aber der alte und ernsthafte Morpholog Stenzel in seinem Werke sehr gewandt und sachlich geantwortet und kurz vor seinem Tode (1902, S. 28) gleichsam ins Gedenkbuch folgendes geschrieben hat: »Ich glaube daher auch nicht, dass das, was Goebel »Die Irrwege der Missbildungslogik« nennt, einer Periode der Botanik angehört, die wir im wesentlichen jetzt als abgeschlossen betrachten dürfen. Es mag sein, dass die herrschende Strömung diesen, wenn sie brauchbar sein sollen, mühsamen und oft verwickelten Beobachtungen ungünstig ist und sie in der Schätzung der Zeitgenossen zu-

---

*) Ich selbst habe im verflossenen Jahre (1907) an der Gattung *Larix* androgynische Blüten gefunden.

rückdrängt. Aber solche Strömungen verlieren mit dem augenblicklichen Siege ihren Reiz; auf die Überspannung folgt oft ein Rückschlag.«

Auch Čelakovský war ein eifriger Verteidiger unserer Theorie und verfasste derselbe eine ganze Reihe von Schriften, in welchen er alles mögliche, was zu ihren Gunsten spricht, zusammentrug und auseinandersetzte.*)

Es ist selbstverständlich, dass, als das Wesen der Fruchtschuppe der Abietineen erkannt war, die Morphologen ihre Aufmerksamkeit auch den übrigen Familien der Koniferen zuwandten, denn auch hier haben wir eine holzige Fruchtschuppe mit axillären Eichen. Es war hauptsächlich wieder Čelakovský, welcher es versucht hat, zu beweisen, dass auch hier die oben alllgemein ausgesprochene Theorie Giltigkeit hat. Leider standen diesem Autor keine positiven Belege und zugehörigen Abnormitäten zu Gebote, so dass ich die Entscheidung über die Frage heute noch als unvollständig betrachte. Vielleicht wird in diese Sache einmal Licht kommen, wenn es gelingen wird, in der Zukunft belehrende Abnormitäten zu finden.

Auch Parlatore, Strasburger und Eichler nehmen bei allen Koniferen, wie bei den Abietineen, zwei Teile: eine Stützbraktee und eine Fruchtschuppe an.

Die jetzt lebende Familie der *Araucariaceen* enthält die Gattungen *Araucaria*, *Agathis* (Dammara) und *Cunninghamia*. Bei den zwei erstge-

---

*) Aus allem, was Čelakovský und Stenzel — gewiss ernste und gewissenhafte Gelehrte — Goebel nachgewiesen haben und aus dem, was ich selbst bei verschiedenen morphologischen Analysen zu beobachten Gelegenheit hatte, geht hervor, dass Goebel ein einseitiger Forscher ist und in der Systematik und Morphologie sich absolut nicht auskennt. Es ist überhaupt eine interessante Erfahrung, dass besonders die Physiologen und Anatomen sich in systematische und morphologische Angelegenheiten einmischen, obzwar sie auf diesem Gebiete niemals gearbeitet und in dieser Richtung sich keine Kenntnisse angeeignet haben. Diese Autoren wollen alles verstehen und über alles zu Gericht sitzen, obzwar sie tatsächlich nur die geringste Partie der ganzen, so umfangreichen botanischen Wissenschaft beherrschen. Die vergleichende Morphologie setzt eben die möglichst umfassendsten systematischen Kenntnisse voraus, um aus den grossen Reihen verschiedener Beispiele allgemeine Regeln abstrahieren zu können. In diesem Sinne hat sich nicht selten Čelakovský ausgesprochen und lauten schon lange vor ihm auch die Äusserungen Moquin-Tandons, Nägelis, A. Brauns u. a

Dass die Physiologen und Anatomen die morphologischen Gesetze nicht begreifen können, folgt natürlicherweise aus der Methode, mit welcher sie gewohnt sind, ihre anatomischen und physiologischen Studien zu treiben. Ihnen genügt eine lokale Beobachtung oder ein Experiment; niemals oder selten greifen sie zu der vergleichenden Methode. Aber der Morpholog, welcher auf der Systematik aufbauend, fortwährend vergleicht, hat einen geläuterten, vergleichenden Sinn. Und die vergleichende Methode ist gewiss die wichtigste Methode in den Naturwissenschaften überhaupt. Ohne dieselbe wären die meisten Wissenschaften (die Palaeontologie, Geographie, Geologie, Evolution) überhaupt unmöglich.

nannten befindet sich hinter der Schuppe nur ein einziges, umgewendetes Eichen; bei der letztgenannten sind 3 Eichen vorhanden. Die Schuppe ist bei der Gattung *Araucaria* zwar häufig am Ende geschnäbelt, aber wir haben keinen Grund, in derselben noch eine angewachsene Braktee zu suchen. An dem Eichen und dann am Samen kommt ein eigentümlicher Auswuchs zur Ausbildung (Fig. 472), welchen viele als eigentliches Fruchtblatt, andere als zur Schuppe gehörige Ligula auf die Art, wie bei der Gattung Isoëtes und Selaginella, aus welchen sich angeblich vielleicht einmal die Araucarien entwickelt haben konnten, ansehen wollten (Potonié). Diese Vermutung ist allerdings eine unwahrscheinliche und unbegründete Phantasie und ist infolge des Faktums hinfällig, dass die Ligula nicht zur Schuppe, sondern zum Eichen, aus dessen Integument sie hervorwächst, gehört. Hat ja doch auch das flügelige Anhängsel der Gattung *Agathis* denselben Ursprung. Übrigens fehlt die erwähnte Ligula bei einigen Arten der Gattung *Araucaria* überhaupt und bei der Gattung *Cunninghamia* wächst sie aus jedem der 3 Eichen heraus (Fig. 472).*) Schliesslich ist die Schuppe der letzterwähnten Gattung flach, gerade, einfach, ohne alle Anzeichen von einem Zusammenwachsen mit einer anderen Schuppe, so dass hier nicht an zwei zusammengewachsene Schuppen gedacht werden kann. Auch die fossilen Gattungen *Walchia*, *Ullmannia* und *Pagiophyllum* haben einfache Schuppen in den Zapfen.

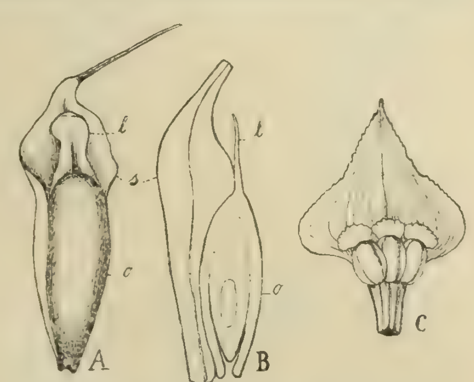


Fig. 472. **Araucaria brasiliana** (A, B), l) Ligula, s) Fruchtschuppe, o) Ovulum. C) **Cunninghamia sinensis** mit 3 Samen, welche 3 Ligulen tragen. (Original.)

Aus diesen Umständen geht also mit Sicherheit hervor, dass die **Fruchtschuppen der Araucariaceen einfach sind.**

Über die Familie der *Cupressineen* sind verschiedene Ansichten laut geworden. Die einen schliessen, dass hier eine einfache Schuppe vorhanden sei, die anderen sprechen von zwei zusammengewachsenen Schuppen. Die letztere Ansicht hat mehr Wahrscheinlichkeit für sich, weil wir gewöhnlich sehen, dass die Schuppe aus einem holzigen Schild zusammengesetzt ist, von welchem — als Spitze — die angewachsene Braktee absteht. Aber es gibt andere Umstände, welche Zeugnis dafür ablegen, dass nur eine einzige Schuppe vorhanden ist und dass das erwähnte Schild-

*) Alle Abbildungen der Fruchtschuppe der Gattung Cunninghamia, welche ich in der Literatur gefunden habe, sind zum Erstaunen falsch, indem sie bloss eine, zusammenhangende Ligula über die ganze Breite der Schuppe zeigen.

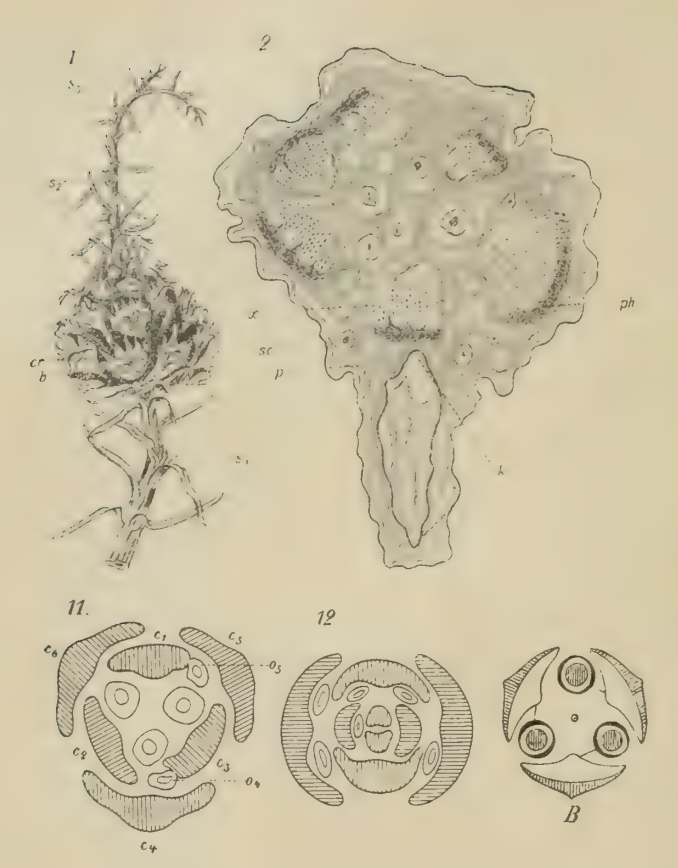


Fig. 473. **Cryptomeria japonica**, 1) durchwachsener Zapfen, b) Stützbraktee, cr) Crista, s) Achselknospen; 2) Querschnitt durch die Mittelpartie d. Fruchtschuppe, x) Xylem, ph) Phloëm, p) Parenchym, sc) Sclereiden, k) Harzkanal in der Stützbraktee. 11) Diagramm einer abnormen weibl. Blüte von **Juniperus communis**, B) dasselbe in normaler Weise, 12) Thuja occidentalis. (Nach Bayer.)

chen nur ein sekundäres Erzeugnis der Schuppe selbst darstellt. In neuerer Zeit hat nämlich Bayer auf den Umstand aufmerksam gemacht, dass die, die Eichen bei den Gattungen *Juniperus*, *Chamaecyparis* und *Thuja* unterstützende Schuppe in der Jugend eine ganz einfache, den sterilen, gewöhnlichen Schuppen an der Basis der weiblichen Blüten ähnliche Schuppe ist. Erst infolge der Befruchtung fängt der Wall an der Innenseite der genannten Schuppe sich zu wölben an und aus diesem Walle entsteht dann das Schildchen oder der Kamm. Es ist also die sogenannte Apophyse nur als ein sekundäres Produkt oder als ein Auswuchs aus der eigentlichen Fruchtschuppe anzusehen. Diese Beobachtung entspricht vollkommen den Umständen, welche wir noch bei der Gattung Sequoia näher behandeln werden.

Aber noch einen Gegenstand müssen wir bei den Cupressineen berühren. Es sind dies die weiblichen Blüten und Früchte des gemeinen Wacholders (*Juniperus communis*), welche auch schon Anlass zu vielfach sich widersprechenden Ansichten gegeben haben. Bei allen übrigen Cupressineen sitzen in der Achsel zwei oder mehrere Eichen; bei dem gemeinen Wacholder aber finden wir zwischen drei Fruchtblättern drei abwechselnde, mit den Fruchtblättern nicht zusammenhängende Eichen (Fig. 473). Payer, Eichler, Oersted, Strasburger und überhaupt die Mehr-

zahl der Systematiker nehmen trotz dieser besonderen Stellung der Eichen an, dass es notwendig sei, immer je ein Eichen zu einer Schuppe in Beziehung zu bringen. Andere aber (Sachs, Mohl u. s. w.) behaupten, dass jene Eichen veränderte ganze Phyllome (Schuppen) bedeuten, welche dann natürlicherweise mit drei Schuppen abwechseln müssen. In neuester Zeit hat sich Kubart auf ontogenetisch-anatomischer Grundlage bemüht, diese Ansicht zu bestätigen; allein seine Ausführungen beweisen gar nichts. Demgegenüber hat Bayer die ganze Sache klar und überzeugend auf Grund von Abnormitäten, welche er an Blüten des Wacholders beobachtete, dargelegt. Es kommen nämlich Fälle vor, wo zwischen drei Schuppen 4—5 Eichen stehen und hinter drei normalen Schuppen noch 3 gleiche, abwechselnde. Wenn z. B. die Eichen (o^4, o^5) verwandelte Schuppen wären, so müssten sie einen, zwischen die beiden Schuppencyklen hineingelegten Cyklus bilden und nach den inneren Schuppen würde erst der zweite Eichencyklus folgen — ein Fall, welcher allen Erfahrungen bezüglich der Zusammensetzung der Koniferenblüte widerspricht. Ausserdem könnten die Eichen nicht hinter den äusseren Schuppen stehen, sondern abwechselnd mit denselben. Hiezu gesellt sich noch der Umstand, dass diese Eichen deutlich an die inneren Schuppen angewachsen sind, ihnen also angehören. Es erübrigt also nur den Schluss zu ziehen, dass hier zwei innere Schuppen zwei Eichen tragen und die dritte eines. Dass diese Anschauung richtig ist, geht auch aus den Beobachtungen Renners hervor, welcher auch solche Blüten gefunden hat, wo hinter den Schuppen des äusseren Kreises je zwei Eichen standen und hinter den Schuppen des inneren Kreises je ein Eichen. Schliesslich hat auch die verwandte Art *J. Sabina* zwei Kreise von Schuppen, von denen der äussere hinter den Schuppen je zwei Eichen trägt, während der innere unfruchtbar ist. Auch bei der Art *Thuja occidentalis* befinden sich hinter den unteren Schuppen 2 Eichen, hinter den oberen bloss eines. Aus alledem geht also untrüglich hervor, dass die drei Eichen zwischen den 3 Schuppen bei *Juniperus communis* immer zu einer Schuppe gehören und dass sie sich in eine alternierende Position nur aus dem Grunde gestellt haben, weil sie in dieser Stellung den besten Platz zu ihrer Entwicklung finden.

In der Familie der *Taxodineen* werden von den Autoren Gattungen verschiedenster Verwandtschaft einbezogen. Gewöhnlich werden hieher Gattungen gestellt, welche sonst mit der Familie der *Cupressineen* übereinstimmen, aber Blätter und Schuppen in den Zapfen spiralig angeordnet zeigen. Aber es gibt auch notorische *Cupressineen* (Widdringtonia), welche auf einem und demselben Zweige gegenständige und abwechselnde Blätter haben. Demzufolge wäre es am natürlichsten, beide genannten Familien in eine zusammenzuziehen.

Was nun die Zusammensetzung der Fruchtschuppen der früheren Familie der *Taxodineen* anbelangt, so können wir darüber nichts allge-

meines sagen. Es hat bloss den Anschein, dass hier eine einfache Schuppe vorkommt, wie bei den *Cupressineen.* Es gelang mir, in einem Falle diesen Umstand zu konstatieren. Wie ich im J. 1903 nachgewiesen habe, entwickeln sich bei der Art *Sequoia sempervirens* häufig androgyne Blüten, in welchen Schuppen wahrzunehmen sind, welche gleichzeitig auf der einen Seite Staubbeutel und auf der anderen Seite Eichen tragen (Fig. 474). Ja, ich habe Staubschuppen von bereits ganz normaler Form beobachtet, welche das Rudiment eines Eichens trugen. Hieraus geht hervor, dass es nicht zulässig ist, hier eine eichentragende Fruchtschuppe und eine Staubschuppe vorauszusetzen, wie wir dies bei den androgynen Blüten der Abietineen gesehen haben. Ausserdem sehen wir an den normalen weiblichen Blüten der genannten Sequoia sehr schön, wie die Fruchtschuppen allmählich in Hüllschuppen unterhalb der Blüte übergehen. Und schliesslich kann man, wie bei Bayers Fall, in der ersten Jugend sehen, dass die Fruchtschuppe eine absolut einfache, eiförmig ausgewölbte Gestalt hat (Fig. 474), so dass von einer Zusammensetzung keine Rede sein kann.*)



Fig. 474. **Sequoia sempervirens, 1**) normale weibl. Blüte, 2, 3) Fruchtschuppe, 4) Eichen, 5) normales Staubblatt, 6) Fruchtschuppe mit Staubbeuteln am Rücken und mit Eichen auf der Bauchseite. (Original.)

Eine besondere Ausnahme von den vorangeführten Fällen macht aber die Gattung *Cryptomeria.* Čelakovský hat darauf aufmerksam gemacht, dass die aus kammförmig angeordneten Auswüchsen zuammengesetzte, sogenannte Crista an der Fruchtschuppe dieser Gattung, scharf von dem eigentlichen Schuppenteil abgetrennt ist, so dass wir hier eine aus so viel Fruchtblättern zusammengesetzte Fruchtschuppe annehmen müssen, als es in der Crista Zähne gibt und dass das Ganze der Stützbraktee anwächst. In der Achsel befindet sich eine grössere Anzahl von Eichen, was die gegebene Erklärung desto mehr unterstützen würde. Ich selbst habe beobachtet, dass an Zapfen, welche häufig zu einem beblätterten kleinen Zweige durchwachsen, die letzten Schuppen unterhalb der Blätter die Crista verlieren, aber mit ihr zugleich auch die Eichen, was

*) Engelmann (Flow. of Conif. II. 1882) behauptet demgegenüber, dass er in der Achsel von *S. gigantea* eine Knospe, wie bei den Abietineen gefunden habe. Da ist entweder Engelmanns Beobachtung unrichtig, oder es ist diese Knospe in dem durchwachsenen Zapfen eine normale Vegetativknospe in der Achsel der Fruchtschuppe.

leicht begreiflich wäre, wenn wir die Crista als verwachsene Fruchtblätter ansehen. Ferner hat Bayer (und vor ihm bereits Warming) beobachtet, dass die Gefässbündel, welche in die Crista hineintreten, konzentrisch angeordnet sind. Schliesslich führt derselbe Autor an, dass die an der Basis des Zapfens manchmal hinter den sterilen Schuppen herauswachsenden Knospen Übergänge zur Zusammensetzung der Blätter in eine Crista aufweisen.

Das sind gewiss bedenkliche Momente, aus denen wir den Schluss ziehen müssen, dass die Fruchtschuppe der Gattung *Cryptomeria* tatsächlich ihre Schuppen aus einer Braktee und aus einigen Fruchtschuppen zusammengewachsen hat. Dadurch würde aber diese Gattung eine Ausnahme von allen Taxodineen machen.

Wenn wir die Gattungen *Sequoia*, *Arthrotaxis*, *Taxodium* und *Glyptostrobus* vergleichen, so sehen wir, dass die zwei ersten gewiss nahe verwandt sind, während die übrigen drei Gattungen eine selbständige Gruppe darstellen, welche durch zusammengesetzte Fruchtschuppe ausgezeichnet ist. Wir glauben nämlich, dass auch bei *Taxodium* und *Glyptostrobus* die Fruchtschuppe aus zwei Teilen zusammengewachsen ist, indem sie am Vorderrande tief gekerbt erscheint und in der Mitte der Apophyse eine abstehende, flache Spitze zeigt.

Die Gattung *Sciadopitys* darf nach allen ihren vegetativen und Blütenteilen überhaupt mit keiner der früher genannten Familien verbunden werden. Es ist dies ein isolierter Koniferentypus, ohne nähere Verwandtschaft und höchstwahrscheinlich aus uralten geologischen Zeiten herübergekommen.

Den angeführten morphologischen Analysen gemäss wäre die Einteilung der gesamten Gruppe der Koniferen folgende:

Familie **Coniferae.**

1. *Ginkgaceae.*
2. *Taxaceae.*
3. *Abietineae* (Pinaceae).
4. *Araucariaceae*: Araucaria, Agathis (Dammara), Cunninghamia, Taiwania.
5. *Cupressineae:* a) Actinostrobus, Callitris (Frenela, Widdringtonia), Fitzroya, Thujopsis, Libocedrus, Thuja, Cupressus, Chamaecyparis, Juniperus, Sequoia, Arthrotaxis
   b) Cryptomeria, Taxodium (Glyptostrobus).
6. *Sciadopiteae:* Sciadopitys.

Somit glauben wir die morphologische Bedeutung der Koniferenblüte hinreichend dargelegt zu haben; es erübrigt uns nur noch, in Kürze etwas über die Art und Weise der Kopulation der Geschlechtsorgane zu sagen.

Die Eichen (Ovula) sitzen hinter den Fruchtschuppen in verschiedener Anzahl, bei den Abietineen zu zweien, bei Agathis vereinzelt, bei

Cupressus und Sequoia in grosser Anzahl (Fig. 475) und zwar bald in aufrechter, bald in verkehrter Richtung. Sie sind niemals durch die Ränder der Fruchtblätter verdeckt. Von daher rührt die Bezeichnung der ganzen Gruppe: Nacktsamige. Die Fruchtblätter bilden hier also keinen hohlen, geschlossenen Fruchtknoten. Die Eichen haben keinen entwickelten Nabelstrang (funiculus), sondern sitzen direkt an der Basis der Schuppe oder mehr oder weniger hoch an derselben. Sie bestehen aus dem Nucellus und einem einfachen Integument, welches oberhalb des Nucellus einen kleinen Vorhof (Mikropyle) zusammenschliesst Fast bei allen Koniferen sondert sich zur Zeit der vollständigen Entwicklung ein grosser, runder Tropfen einer hellen Flüssigkeit ab, welche dem Auffangen der Pollenkörner dienlich ist (Fig. 474). Nur bei den Abietineen bildet die Mikropyle eine besondere Lippe, in welcher sich der Pollen leicht auffängt, aber ein Tropfen bildet sich nicht. Bei *Ginkgo* schliesst der Nucellus mit einer ähnlichen Pollenkammer ab, wie bei den Cycadeen. Vor der Befruchtung bildet sich im Nucellus ein Embryosack, in welchem sich aber sofort das Endosperm differenziert, was gegenüber den Angiospermen, wo sich das Endosperm erst nach der Befruchtung bildet, ein wesentlicher Unterschied ist.



Fig. 475. **Cupressus sempervirens**, weibl. Blüte mit zahlreichen Eichen in den Schuppenachseln. (Nach Kerner.)

Im Endosperm (oder, wie einige direkt sagen, im »Prothallium«) befinden sich auf dem Scheitel des Eichens »Archegonien« (oder, wie man es früher sagte: »Corpuscula«) in verschiedener Anzahl, entweder bloss einige durch Endospermgewebe von einander abgeteilte, oder mehrere dicht beisammen (bei *Callitris* 15, bei einigen Cupressineen bis 30). Das Archegonium hat dieselbe Zusammensetzung und morphologische Bedeutung, wie bei den Pteridophyten. Es enthält eine Eizelle und 2 oder 4 Halszellen, welche sich manchmal in 4 Reihen übereinander teilen. An ihrer Basis befindet sich eine noch kleinere, sogenannte Kanalzelle. Die Archegonien gelangen aber immer erst dann zur Ausbildung, wenn der Pollenschlauch durch die Mikropyle in den Nucellus eindringt. Bei der Gattung *Juniperus* befruchtet ein einziger Pollenschlauch eine ganze Gruppe von Archegonien, welche in dem Endosperm eine kleine Grube bildet (Fig. 476). Bei den Abietineen und Taxaceen aber wird ein jedes Archegonium von einem besondern Pollenschlauch befruchtet.

Nach erfolgter Kopulation beginnt der Nucleus in der Eizelle sich zu teilen und zwar am unteren Ende in 4 Grundzellen, welche durch

weitere Teilung sich in einen langen Suspensorverwandeln, an dessen Ende sich durch Segmentation endlich der Embryo ausbildet — es trägt also jedes Archegonium 4 Embryonen, von denen jedoch bei der weiteren Entwicklung 3 eingehen und nur einer aufwächst, tief in das Endosperm eindringt und jene Bestandteile anlegt, welche wir an den Keimpflanzen kennengelernt haben. Demzufolge ist die Hauptwurzel der Mikropyle zugewendet.

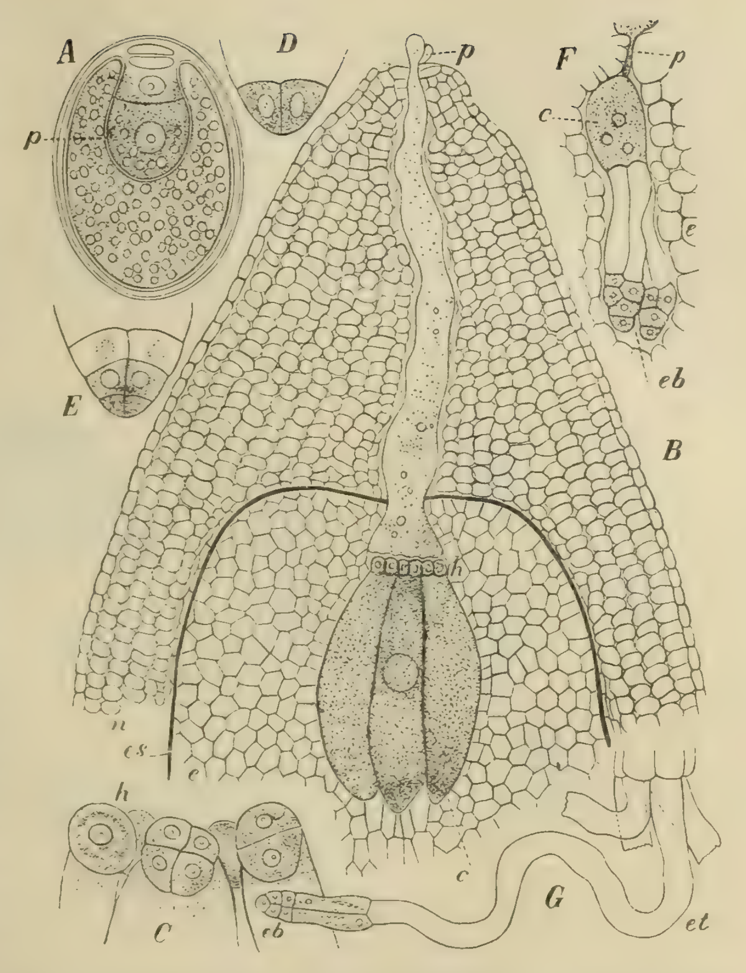


Fig. 476. A) Pollenkorn von **Larix europaea**, p) generative Zelle, B **Juniperus virginiana**, obere Partie des Nucellus, a) Nucellargewebe. es) Embryosack, e) Endosperm, c) Archegonien, **h**) Halszellen, p) Pollenschlauch. C) Archegonien ders. Art vergr. D, E) Erste Teilung der Eizelle von **Pinus Strobus**. F) **Juniperus communis**, erste Anlage von 2 Embryonen (eb) an der Eizelle. G) **Pinus Strobus**, Gruppe von 4 Embryonen an lang. Suspensoren et). (Luerssen, Handb.).

Bei den Gattungen *Araucaria*, *Taxus*, *Thuja*, *Picea* entwickelt aber das Archegonium nur einen einzigen Embryo. Bei der Gattung *Ginkgo* bildet sich kein Suspensor.

Das Eindringen des Pollenschlauchs bei der Gattung *Pinus* beginnt im Juni und gelangt derselbe zum Archegonium erst nach Ablauf eines Jahres; nach der Befruchtung sodann reift der Same und der Zapfen zwei Jahre lang. Bei der Gattung *Ginkgo* wird die Kopulation und Reife in eben demselben Jahre vollzogen, aber die Entwicklung des Embryos im Samen wird erst nach dem Abfallen der Frucht vollendet. Ebenso reift

bei der Gattung *Taxus* die rote Beere noch im Herbste desselben Jahres. Das gleiche erfolgt bei der gemeinen Weisstanne.

Die Pollenkörner der Koniferen zeigen zweierlei Gestalt: entweder sind sie glatt, rundlich, mit einer Exine und Intine (Cupressineae, Araucariaceae, die Mehrzahl der Taxaceen, Tsuga canadensis) oder dreilappig, mit Seitenlappen, welche in hohle, mit Luft gefüllte Blasen (ein Erzeugnis der Cuticula) — zum Behufe des Fliegens — verwandelt sind (Fig. 477). Es ist bekannt, dass alle Koniferen durch den Wind befruchtet werden, zu welchem Zwecke sich z. B. an den Kiefern zur Blütezeit eine solche Menge von Pollen bildet, dass dieser sich wie eine Wolke weissen Staubs über dem Walde erhebt.

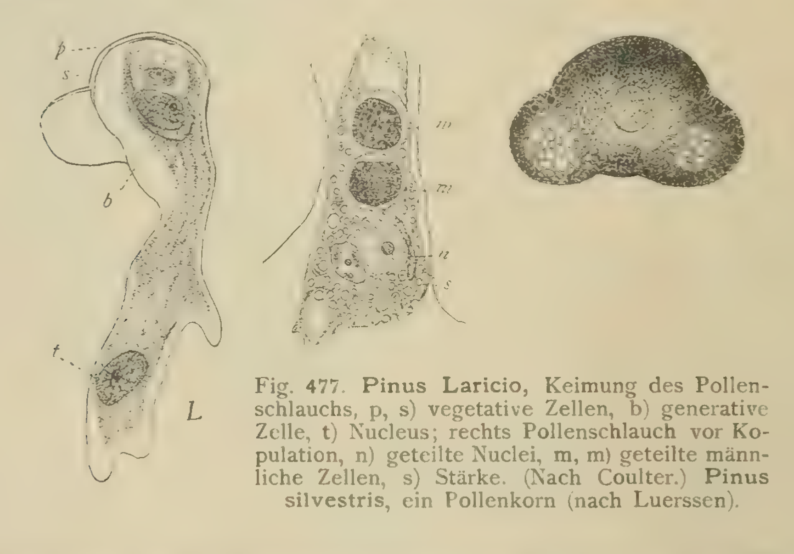


Fig. 477. **Pinus Laricio**, Keimung des Pollenschlauchs, p, s) vegetative Zellen, b) generative Zelle, t) Nucleus; rechts Pollenschlauch vor Kopulation, n) geteilte Nuclei, m, m) geteilte männliche Zellen, s) Stärke. (Nach Coulter.) **Pinus silvestris**, ein Pollenkorn (nach Luerssen).

Interessant ist die Zusammensetzung des Pollenkorns (Fig. 476, 477). In der Zelle selbst kann man an einem Ende noch 2—4 Zellen bemerken, von denen die kleineren am Umfange des Pollenkorns verkümmern und vegetative Zellen heissen, während die letzte derselben (die generative Zelle) schliesslich beim Keimen sich abreisst, in den Schlauch heruntersteigt und sich noch in 2 kleinere (männliche) Zellchen teilt, von denen endlich das eine in das Archegonium hineintritt und in die Eizelle eindringt. Bei der Gattung *Ginkgo* sind diese männlichen Zellen gewimpert wie bei den Cycadeen und stellen daher Spermatozoiden vor.

Wenn wir nun die Koniferen mit den Pteridophyten vergleichen, so müssen wir vielleicht nicht einmal bemerken, dass hier das Endosperm dem Prothallium der Farne gleich ist und dass die Archegonien den Archegonien der letzteren entsprechen. Und in der Pollenzelle stellen die vegetativen Zellen das reduzierte männliche Prothallium und die generative Zelle das Antheridium, aus welchem tatsächlich zwei bewimperte und bewegliche Spermatozoiden entstehen, vor (Hirase). Wir sehen also das

allmähliche Verschwinden der geschlechtlichen Generation der Pteridophyten, welches dann seinen Höhepunkt bei den Angiospermen erreicht.

Die letzte Gruppe der Nacktsamigen sind die **Gnetaceen**. Die Blüten derselben sind in mehrfacher Beziehung interessant und von allen vorangehenden abweichend. Es gehören hieher im ganzen nur 3 Gattungen, welche übrigens untereinander nur eine entfernte Verwandtschaft aufweisen: *Ephedra*, *Gnetum*, *Welwitschia*.

Die Gattung *Ephedra* begreift mehrere Arten in sich, welche sich im ganzen sehr ähnlich sind. Es sind dies, wie bekannt, Sträucher mit

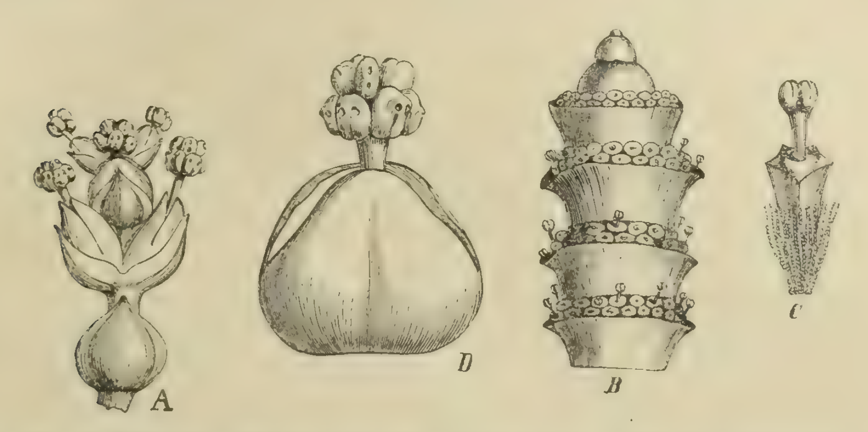


Fig. 478 A) Männliche Blütenstandspartie, D) eine männl. Blüte von **Ephedra** (nach Maout). B) Männliche Blütenstandspartie, C) eine männl. Blüte von **Gnetum latifolium**. (nach Engler, Fam.).

in häutige Schuppen umgewandelten, gegenständigen Blättern. Die männlichen Blüten sitzen einzeln in den Schuppenachseln und bilden Ähren an den Seitenzweigen. Sie sind aus 2 oder n 2 Staubblättern zusammengesetzt, deren Fäden in eine gemeinsame Säule zusammengewachsen sind, mit zweifächerigen Antheren. Äusserlich sind sie von einem Paar Schuppen umfasst, welche mehr oder weniger zusammengewachsen sind und regelmässig mit einem Paar Staubblätter abwechseln (Fig. 478).

Die weibliche Blüte ist auf ähnliche Weise zusammengesetzt (Fig. 479): das, von einem einzigen Integument eingehüllte Eichen wird bis oben hinauf von einer aus 2 Phyllomen zusammengewachsenen Scheide umfasst. Nach dieser Scheide folgt dann noch eine scheidige Hülle und endlich folgen Schuppenpaare. Zur Reifezeit verwandelt sich die erste Scheide in eine Steinschicht am Samen und die folgende (oder auch 2 der folgenden) in eine rote Fleischschicht. Das Integument (*i*) verlängert sich hier zu einem langen, am Ende auch ein wenig verbreiterten Halse, gleichsam einen Griffel und eine Narbe nachahmend. Dass wir notwendigerweise die erste Hülle (*p*") als Perigon ansehen müssen, geht aus

den Fällen hervor, wo die Blütenähren abnormerweise*) in der oberen Partie weibliche und in der unteren männliche (Fig. 479) Blüten tragen. Hier sehen wir schön, dass die männliche Blütenhülle *(p'')* mit der weiblichen Hülle *(p'')* identisch ist. Dieses Faktum ist von grosser Wichtigkeit für das Verständnis der weiblichen Blüte der Gattung Gnetum**).

Bei der Gattung *Gnetum* bilden die einzelnen Blüten auch Ähren an den Seitenzweigen und zwar entweder männliche oder weibliche. Die einen wie die anderen bilden in den Achseln zweier gegenständiger Schuppen einen zusammenhängenden Kranz oder Wirtel, so dass es überhaupt nicht ersichtlich ist, wie sie zu einander orientiert sind. Sie sind dicht nebeneinander gestellt und schliesslich gleich gross und gleich ausgebildet, an der Basis mit dichten Härchen ausgelegt (ein Schutz auf die Art der Paraphysen).

Der Güte des Herrn Professors Treub in Buitenzorg verdanke ich die Zusendung frischen Materials blühender Ähren der Gattung *Gnetum*, an welchen ich mich überzeugen konnte, dass wir es hier mit Kollateral- und Serialblüten zu tun haben. Alle sind auch als solche gleichmässig zu der Achse des Blütenstandes quer orientiert. An der Basis der Ähre nehmen die Blüten an Zahl ab, bis zuletzt in der Achsel beider gegenständiger Brakteen meistenteils eine einzige Blüte in der Mediane übrig bleibt. Bei den nächsten sind dann neben diesen Medianblüten zwei schwache, seitliche entwickelt (Fig. 479). Bei einigen Arten steht in der Achsel noch eine zweite Reihe von Blüten unterhalb der ersten. Wir haben hier also einen ähnlichen Fall, wie bei der Gattung Musa (S. 695), das heisst: seriale Reihen kollateraler Büten.

Die männliche Blüte ist von einer sackartigen Blütenhülle umgeben, welche aus 2 zusammengewachsenen Schuppen besteht. Aus dieser Blütenhülle wächst eine, aus 2 zusammengewachsenen Staubfäden entstandene Säule heraus. Die Staubblätter alternieren mit den Perigonblättchen, die Antheren sind aber durchweg einfächerig.

Eine eigenartige Zusammensetzung zeigt uns indessen die weibliche Blüte. Sie hat eine eiförmige Gestalt, ist vollkommen glatt und nur aus ihrem Ende ragt »der Griffel samt der strahlenförmig geteilten Narbe« hervor. Wenn wir uns einen Längsschnitt (Fig. 6) machen, so sehen wir von aussen eine dicke Hülle *(p')*, welche zuletzt fleischig wird. Nach dieser Hülle folgt eine zweite *(p'')*, welche nur wenig schwächer und schon in der ersten Jugend deutlich und vollkommen entwickelt ist. Den Nucellus *(v')*

---

*) Wir sagen »abnormerweise«, obzwar in neuester Zeit nach dem Beispiele De Vries' viele die morphologischen Abnormitäten »Mutationen« nennen.

**) Für die eingesandten Pflanzen mit männlichen und weiblichen Blüten sage ich Hrn. Professor Pirotta in Rom meinen besten Dank. Ähnliche Fälle sind schon von verschiedenen Autoren einigemal, zuletzt auch von Wettstein, welcher in seiner Arbeit einen analogen Fall bei der Gattung Gnetum reproduziert, beschrieben worden.

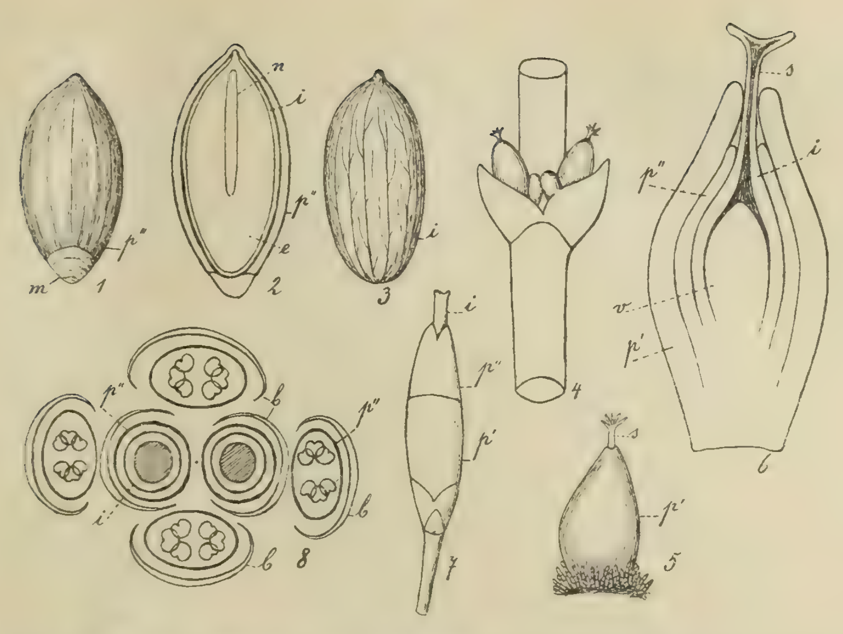


Fig. 479. Blütenverhältnisse der Gat. **Gnetum** und **Ephedra**. 1—6) **Gnetum Gnemon**: 1) reifer Same, p'') harte äussere Schale, m) ihre weiche Basalpartie; 2) derselbe im Längsschnitt, n) Embryo, i) häutige Schale, e) Endosperm; 3) Same ohne Aussenschale, nur mit häutiger Schale (i); 4) Partie der weibl. Ähre, mit 2 Blüten in der Mediane u. 4 kleineren, seitlichen; 5) weibl. Blüte unten von Paraphysen umhüllt; 6) Längsschnitt durch die weibl. Blüte, s) griffelartiges Integument (i), p') äusseres, p'') inneres Perigon, v) Nucellus. 7—8) **Ephedra campylopoda**, 7) weibl. Blüte, 8) Diagramm einer oben 2 weibl. Blüten, unten 4 männl. Blüten tragenden Ähre, b) Stützbrakteen, p'') inneres, p') äusseres Perigon, i) Integument. (Original.)

hüllt schliesslich eine dritte, ebenfalls fast gleich dicke Haut (*i*) ein, welche sich am Ende zu einem dünnen »Griffel« verengert. Im Fruchtstadium verwandelt sich diese Schicht (*i*) in eine graue, dünne, brüchige Membran, während die Hülle (*p''*) zu einer braunen, festen Schale wird. Die Membran hüllt ein reichliches Endosperm mit einem geraden Embryo und die harte äussere Schale bildet an der Basis einen grossen, fleischigen Nabel.

Wir haben hier also drei, fast gleiche Hüllen, über deren morphologische Bedeutung verschiedenartige Ansichten ausgesprochen worden sind. Wettstein und Eichler z. B. sehen die Hülle (*p'*) als Perigon, die anderen zwei Hüllen (*p''*, *i*) aber als zwei Integumente an. Wenn wir aber die Gattung *Gnetum* mit der Gattung *Ephedra* vergleichen, so können wir nicht einen Augenblick darüber im Zweifel sein, dass die äussere Hülle (*p'*) das äussere und die Hülle (*p''*) das innere Perigon darstellt.

Es handelt sich nun aber darum, wofür wir die Hülle (*i*) anzusehen haben. Diese Hülle hat ganz die Gestalt eines Fruchtknotens, denn wie es auch anderwärts bei den Fruchtknoten vorkommt, verschmälert sich diese Hülle zu einem Griffel, welcher am Ende eine Narbe bildet. Stras-

burger behauptet, dass diese Hülle ein Integument und die Hülle (*p''*) ein Fruchtblatt oder Fruchtknoten sei. Miers und Beccari aber sagen, dass das Integument (*i*) selbst ein Fruchtblatt vorstelle. Baillon ist derselben Ansicht. Goebel weiss sich keinen Rat.

Wenn die Hülle (*i*) ein Fruchtblatt oder ein Fruchtknoten wäre, so hätten wir da ein sonderbares Ovulum ohne Integument, was im Reiche der Gymnospermen überraschend wäre. Wenn wir ferner die Blüte der Gattung *Welwitschia* vergleichen, so sehen wir, dass sich dort in der männlichen Blüte ein ähnlicher, in einen, mit einer Narbe abgeschlossenen Griffel verschmälerter »Fruchtknoten« vorfindet. Wollte man hier die narbentragende Hülle als Integument ansehen, so würde das vereinzelte Eichen terminal inmitten der Blüte stehen. Mit Rücksicht auf die Foliolartheorie des Ovulums müsste da dasselbe an einen der benachbarten Staubfäden als zugehöriges Phyllomsegment angefügt sein. Aber so ein Fall, dass ein Phyllom in der Blüte sich in ein, gleichzeitig das Eichen tragendes Staubgefäss verwandeln würde, ist in der ganzen Pflanzenwelt nirgends bekannt.

Die Sache ist also ziemlich rätselhaft, lässt sich aber, unserer Meinung nach, dennoch leicht erklären. Wenn wir die Foliolartheorie im Sinne haben, so stellt das Ovulum eine Fruchtblattfieder — einmal in grösserem, ein andermal in kleinerem Masstabe — vor. Wir können uns ferner gut vorstellen, dass auch ein ganzes Fruchtblatt sich in ein Eichen verwandeln kann, oder, dass auf Kosten des reduzierten Fruchtblatts das Ovulum allein wächst. Bei der Gattung *Ginkgo* haben wir eigentlich denselben Fall gesehen, denn da verschwand das Fruchtblatt vollkommen und bloss das Eichen blieb übrig. Hier, bei der Gattung *Gnetum* (und gleicherweise bei den Gattungen *Ephedra* und *Welwitschia*) ist es überflüssig, dass sich der Fruchtknoten noch besonders entwickle, wenn das Ovulum schon äusserlich von zwei Hüllen umgeben ist. Von diesem Standpunkte aus ist es also eigentlich einerlei, ob wir die Hülle (*i*) als Integument oder als Karpell ansehen. Und weil bei allen drei Gattungen der ganze Blütenplan nach der Zahl 2 aufgebaut ist, so erwarten wir auch 2 Ovula in der Hülle (*p''*), welche mit dieser (zweizähligen) Hülle abwechseln würden. Hier würden abnorme Blüten sehr erwünschte Dienste leisten.

Die Blüten der Gattung *Welwitschia* (Fig. 480) sind wieder diklin, die männlichen und weiblichen einander ähnlich, dichtschuppige Zapfen zusammensetzend. Die letzteren bilden dann verzweigte, ziemlich reiche Rispen hinter der Insertion der bekannten zwei grossen Blätter (S. 285) an dem oberen Umfange des dicken Stammes. Die weibliche Blüte ist wieder aus dem, zu einem langen, dünnen, von dem Perigon eingehüllten Griffel hinausgezogenen Ovulum gebildet. Das erwähnte Perigon vergrössert sich während der Fruchtbildung zu einem breiten Flügel. Die Verhältnisse sind hier also ähnlich, wie bei den früher angeführten Gattungen, bloss mit dem Unterschiede, dass hier nur ein Perigon ausgebildet ist. Anders

ist die männliche Blüte gestaltet. Dieselbe hat zwei querstehende Vorblätter, dann abwechselnd zwei grosse, klappig zusammenschliessende Vorblätter, welche im Inneren 6 gleiche, kreisförmig gestellte Staubgefässe einschliessen. Diese Stamina haben dreifächerige Antheren und sind zur Hälfte mit ihren Fäden zusammengewachsen. Nach M'Naba entstanden diese Staubgefässe durch Dedoublierung aus zwei, mit dem klappigen Perigon abwechselnden Primordien, was also richtig wieder den Verhältnissen bei den Gattungen *Gnetum* und *Ephedra* entsprechen würde. Nun wächst aber mitten in der männlichen Blüte ein unentwickeltes Ovulum mit einem gewundenen Halse und narbenförmig erweiterten Ende auf, so dass man hier eigentlich eine unvollkommene Zwitterblüte erblickt. Über die Bedeutung des genannten Ovulums haben wir oben schon gesprochen.

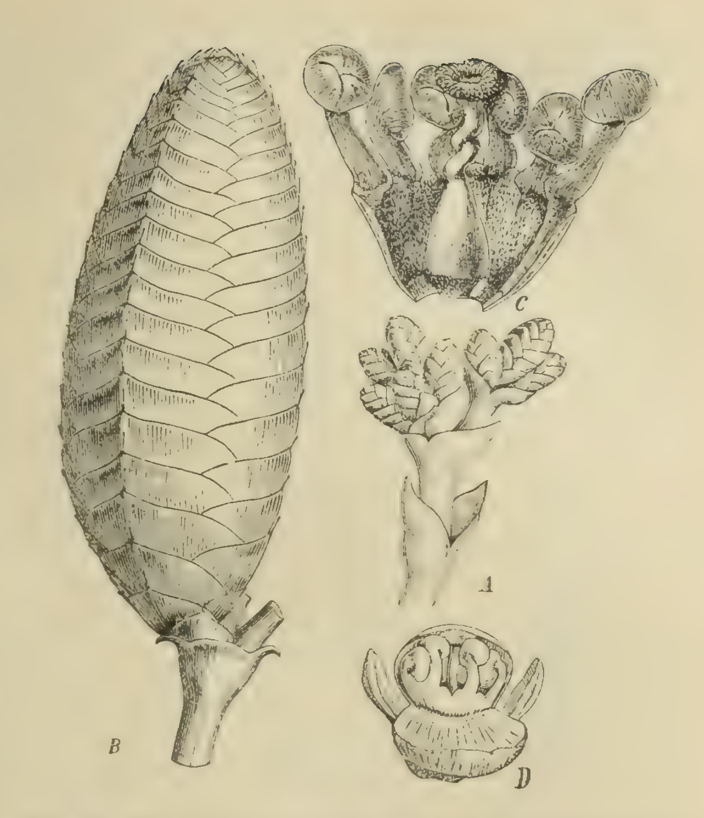


Fig. 480. Welwitschia mirabilis, A) weibl. Blütenstandspartie, B) weibl. Blütenähre, C) männl. Blüte mit verkümmertem Eichen, D) männl. Blüte. (Nach Maout u. Strasburger.)

Bemerkenswert ist auch die Kopulation bei den erwähnten drei Gattungen, worüber uns Strasburger, Lotsy, Jaccard und Karsten Nachrichten geben (Fig. 481). In dem Embryosack bilden sich vorerst keine Archegonien. Der Inhalt des Embryosacks teilt sich vor der Befruchtung entweder nur in dem unteren Teil oder bildet sich überhaupt gar nicht, und statt desselben teilt sich der Nucleus in eine Menge von Nuclei, welche sich an der Wand des Embryosacks auseinanderstellen. In den Embryosack dringt der Pollenschlauch ein, in dessen Ende zwei Nuclei enthalten sind. Diese dringen in den Keimsack ein und einer von ihnen kopuliert sich mit einem der dort befindlichen Nuclei, worauf sich

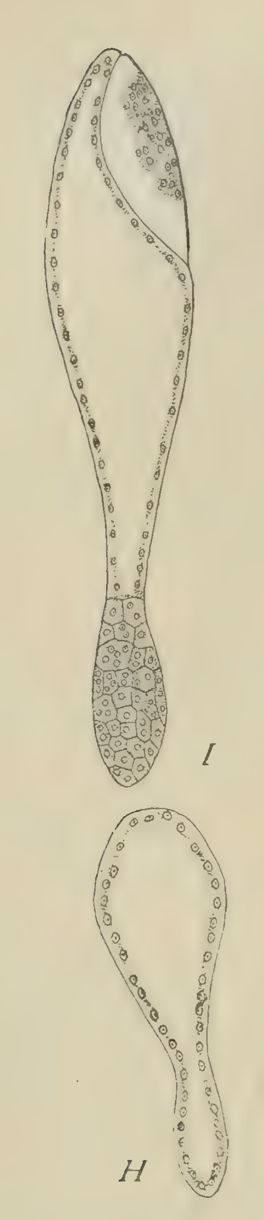


Fig. 481. **Gnetum Gnemon**, Entwicklung d. Endosperms im Embryosack, oben rechts verkümmerter zweiter Embryosack. (Nach Lotsy.)

ringsherum das Endosperm bildet. Embryonen im Sack legen sich mehrere an, welche unter einander frei sind, aber nur ein einziger entwickelt sich zuletzt zu einem vollkommenen Keimling.

Wenn wir nunmehr über die Phylogenese und das Verhältnis der Gnetaceen zu den anderen Gymnospermen Betrachtungen anstellen, so müssen wir zugeben, dass uns diese Pflanzen einen sehr bemerkenswerten und wichtigen Typus vorstellen. Vor allem muss konstatiert werden, dass alle drei Gattungen verwandtschaftlich bedeutend von einander entfernt sind, was durch deren getrennte geographische Verbreitung und sehr verschiedene, von langer Zeit her datierende Adaptierung erklärlich ist. Wir können mit Recht vermuten, dass es sich da nur um Reste eines gewesenen, umfänglicheren Zweiges handelt, dessen Glieder in geologischen Zeiten grösstenteils zugrunde gegangen sind.

Wenn wir sie mit den Koniferen vergleichen, so haben wir im wesentlichen nur wenige gemeinschaftliche Merkmale und zwar:

1. das nackte Ovulum beiläufig so, wie bei den Taxaceen und Ginkgaceen;

2. die teilweise Entwicklung des Endospermes vor der Kopulation;

3. die Anlegung einer grösseren Anzahl von Embryonen an langen Suspensoren.

Viel zahlreichere Merkmale weisen aber auf die Angiospermen hin und zwar:

1. das Nichtvorhandensein von Harzgängen;

2. das deutlich ausgebildete Perigon;

3. die Analogie des Griffels und der Narbe;

4. der Anfang der zwitterigen Blüte;

5. die cyklische Anordnung der Staubgefässe;

6. das flache Blatt mit der verzweigten Nervatur (Gnetum).

Das sind sämtlich sehr wichtige Umstände, welche dafür sprechen, dass die Gnetaceen einen Typus darstellen, welcher in der Entwicklung in der Angiospermenrichtung viel weiter fortgeschritten ist, als die Koni-

feren. Mehr als die Differenzierung der Gewebe pflegt für die Beurteilung der verwandtschaftlichen Beziehungen der verschiedenen Pflanzentypen der Chemismus des Zellenplasmas von Wichtigkeit zu sein. Und da sehen wir, dass das charakteristische Harz aller Koniferen (mit Ausnahme der Gattung Taxus) vollkommen verschwindet. Es hat auch den Anschein, dass die flachen Blätter der Gattung Gnetum bei mehreren Gattungen verbreitet waren; dass sich dieselben bei den Gattungen Ephedra und Welwitschia verändert haben, rührt von ihrer besonderen Lebensweise her.

Von allen die hervorragendste Erscheinung ist das verkümmerte Ovulum in der männlichen Blüte der Gattung *Welwitschia*, welche auf die bei den Angiospermen allgemein verbreitete Zwitterblüte hinweist. Čelakovský ist der Ansicht, dass es sich hier um den Rest einer gewesenen, zwitterigen Blüte handelt, worin er eine Bestätigung seiner Theorie sieht, derzufolge die ursprünglichen Gymnospermen alle zwitterig waren und erst später sich in dikline Blüten differenzierten. Dieser Ansicht muss entschieden entgegengetreten werden. Der ganze Bau und die Zusammensetzung der Blüten weisen darauf hin, dass alle Koniferen schon von Anfang her diklin waren. Die vollkommensten Pflanzen unter den Gefässkryptogamen, die Selaginellen, zeigen schon bei vielen Arten eine Differenzierung der Blüten in männliche und weibliche. Die Bennettitaceen haben teils mono- teils dikline Blüten. Aber hier handelt es sich eigentlich noch nicht um Blüten, denn die männlichen Sporophylle haben noch die Gestalt der Farnsporophylle, so, wie wir bei den weiblichen Stämmen der Gattung Cycas nicht von einer Blüte reden können. Die Cycadeen haben bereits vollständig dikline Blüten differenziert. Wir sehen also einen entschiedenen Vorschritt zu der Diklinie und deshalb müssen wir mit vollem Rechte eine vollkommene und allgemeine Diklinie auch bei den Koniferen und Gnetaceen annehmen.

In einem späteren Kapitel werden wir hören, dass wir auf Grund paläontologischer, morphologischer und biologischer Fakten dafür halten müssen, dass auch die ältesten Typen der Angiospermen ursprünglich durchweg diklin waren und dass die Monoklinie bei den Angiospermen neueren Ursprungs ist.

Daraus ziehen wir den Schluss, dass die Zwitterblüte der Gattung *Welwitschia* keine atavistische, sondern eine progressive Erscheinung ist, wie neuerlich von Wettstein richtig auseinandergesetzt wurde. Es ist das ein Anlauf zur Zwitterhaftigkeit, welche sich in den Blüten der Angiospermen zur Kreidezeit aus klimatisch-geologischen Ursachen allgemein zu entwickeln begann.

So, wie wir dieselbe Beobachtung schon im II. Teile mehrfach gemacht haben, machen die Pflanzen nicht selten eine Entwicklung in entgegengesetzter Richtung nach einander durch. Hier hätten wir ein ähnliches Beispiel. Später werden wir über dieses Thema noch eingehender sprechen.

Schliesslich soll hier noch ein Moment berührt werden, welches bisher allen Forschern entgangen ist. An den Blüten der Gattung *Ephedra* kann man deutlich sehen, dass die Hüllschuppen im Perigon nicht nur eine eigentümliche Form, sondern auch eine korollenartige Färbung annehmen. Diese Färbung ist gewöhnlich schön gelb. Obzwar es hier keine Nektarien gibt, obgleich die Bestäubung nicht durch Insekten, sondern durch den Wind erfolgt, sind hier dennoch gefärbte Perigone vorhanden. Das ist der erste Anlauf zur Bildung des färbigen Angiospermenkronblatts und zugleich ein glänzender Beleg für die Richtigkeit unserer weiter unten folgenden Theorie über die gefärbte Krone der Angiospermen. Wir verweisen auf das betreffende Kapitel *E*.

III. b) Die Blüte der Angiospermen.

A. Der Blütenstand (inflorescentia).

Die Blüte erscheint als Abschluss der, entweder verlängerten, blattlosen (dann Schaft, scapus genannten, wie wir dies z. B. bei der Tulpe sehen) oder mit Blättern oder Hochblättern besetzten Achse. So schliesst die Blüte der Kamelie oder des bekannten Gartenstrauchs *Rhodotypus* die, mit grünen Blättern besetzten Zweige ab. In ähnlicher Weise bildet eine Blüte den Abschluss des beblätterten Zweiges bei der Gattung *Paeonia* und des Stengels der *Anemone nemorosa*, wo derselbe im Wirtel bloss 3 grüne Blätter trägt, die sich bei den Gattungen *Hepatica* und *Pulsatilla* in Hochblätter umwandeln. Alle dergleichen Blüten nennen wir endständig (terminal).

Einzelne Blüten können auch an mehr oder weniger verlängerten Stielen aus der Achsel grüner Blätter entspringen (Lysimachia Nummularia, Veronica hederaefolia). In der Familie der Ranunculaceen haben wir Fälle, wo sich die grünen Blätter allmählich in obere Hochblätter verwandeln, aus deren Achseln dann die Blüten entspriessen, so dass hier der erste Begriff eines Blütenstandes entsteht (Helleborus foetidus). In allen genannten Fällen heissen die Blüten seitenständig.

Wenn die Blüten aus den Achseln der Hochblätter (Brakteen) entspringen und in grösserer Anzahl Blütengruppen bilden, so nennen wir dieselben einen Blütenstand (inflorescentia). Die Blüten können im Blütenstande zu einander — insofern es sich um ihren Ursprung und ihre Lage handelt — in verschiedenem Verhältnisse sich befinden und wenn sich hiebei auch deren Zahl ändert, so entspringen aus diesen 3 Momenten unendlich mannigfaltige Variationen, welche einen eigentümlichen

Charakter oder Habitus annehmen (die Plastik des Blütenstandes). Aufgabe des nachfolgenden Kapitels wird es sein, an zahlreichen Beispielen diese verschiedenartigen Variationen auszulegen und bestimmte Typen hervorzuheben, welche als abstrahierte Begriffe die Grundlage zu einer wissenschaftlichen Einteilung der verschiedenen Inflorescenzformen abgeben könnten.

Vor allem können wir für alle Blütenstände eine biologische Regel akzentuieren: je mehr Blüten sich in einem Blütenstande befinden, desto kleiner sind diese Blüten, und je weniger es Blüten gibt, desto grösser sind dieselben. Deshalb pflegen die einzelnen Blüten an den Zweigen und Stengeln gross zu sein. Dieses Gesetz ist sowohl von der physiologischen als auch von der technischen Seite begreiflich.

Ein weiteres allgemeines Gesetz ist das folgende: Wenn in einem Blütenstande besonders viele kleine, dicht nebeneinander gestellte Blüten vorkommen, so verteilen sich die Blüten die biologische Funktionen untereinander, indem sie so besonders organisierte Ganze oder Gemeinden bilden. Derlei Funktionen sind am häufigsten die Sexualfunktionen, welche etwa den Funktionen der Phyllome in den Blüten ähnlich sind. Infolgedessen nehmen die Blütenstände nicht selten die Gestalt einfacher Blüten an, oder, anders gesagt, sie werden Nachahmungen (Analogien) der Blüte.

Schon darin kann die Individualisierung des Blütenstandes als Ganzes erblickt werden, wenn nicht Blüten, sondern ganze Blütenstände von der Pflanze abfallen (Amentaceen, Xanthium).

Die Anordnung der Blüten in verschiedenartige Blütenstände war schon für die ältesten Botaniker ein Gegenstand der Aufmerksamkeit und von ihnen wurde allmählich auch die grundlegende, noch heute zum grossen Teile in Benützung stehende Terminologie der Blütenstände geschaffen. Allerdings vermissen wir bei diesen älteren Botanikern eine wissenschaftliche Erläuterung und Klassifizierung der Blütenstandstypen, was übrigens leicht erklärlich ist, weil erst in verhältnismässig später Zeit die Grundlagen der wissenschaftlichen Morphologie sich auskrystallisiert haben.

Schon vor Linné führt Jungius in seiner Isagoge phytoscopica (1678) folgende Blütenstandsformen an: spica, capitulum, corymbus, panicula, verticillus. Den Begriff des Blütenstandes mit der Einführung des Terminus »inflorescentia« hat Linné näher in seiner Philosophia botanica (1751) hervorgehoben. Die spezielle Klassifizierung der Inflorescenzformen führte er aber an verschiedenen Stellen aus, indem er im ganzen unterschied: die Dolde (umbella), die Trugdolde (cyma), das Köpfchen (anthodium), das Kätzchen (amentum), den Kolben (spadix), das Büschel (fasciculus), das Köpfchen (capitulum), die Ähre (spica), die Schirmtraube

(corymbus), die Rispe (panicula), die Schirmrispe (thyrsus), die Traube (racemus), den Wirtel (verticillus*).

Auffallend ist, dass Linné in einigen Inflorescenzen bloss eine zusammengesetzte Blüte (flos aggregatus et compositus) erblickte; so z. B. war ihm das Köpfchen der Kompositen eine zusammengesetzte Blüte, ebenso das Kätzchen der Weiden und der Kolben der Araceen.

Eine wissenschaftliche Einteilung der Blütenstandsformen hat Röper (Linnaea, 1826) vorgenommen, indem er zwei hauptsächliche Inflorescenzkategorien unterschied: a) eine beschränkte, mit zentrifugaler Entwicklung der Blüten (wo nämlich die Achse mit der zuerst aufblühenden Blüte abschliesst), b) eine unbeschränkte, mit zentripetaler Blütenentwicklung (wo nämlich die äusseren Blüten die ältesten sind und zuerst zum Aufblühen gelangen). Zu der ersteren Kategorie gehörten: die Trugdolde (cyma), der Knäuel (glomerulus), das Büschel (fasciculus), zur zweiten: spica, amentum, spadix, racemus, corymbus, umbella, capitulum, panicula, thyrsus. Röpers Einteilung fasste Wurzel, selbst De Candolle nahm dieselbe an und ihm folgte dann die Mehrzahl der Botaniker. Im wesentlichen werden hier zwei Typen unterschieden, nämlich der cymöse und racemöse, was gewiss richtig ist und auch von den neueren Autoren (Pax, Eichler, Engler) als gutes Merkmal anerkannt wird.

Bald jedoch erkannte man die Mängel der Einteilung Röpers, denn es wurden Fälle gefunden, welche dieser Einteilung widersprachen. So wurden Trauben und Ähren mit terminaler Blüte und zentripetaler Aufblühfolge (Berberis, Actaea, Chelidonium) und umgekehrt Dichasien mit abortierter Mittelblüte (Lonicera Xylosteum) gefunden. Schleiden hat mit Recht darauf hingewiesen, dass die Art und Weise der Entwicklung und des Aufblühens der Blüten in der Inflorescenz rein physiologischer Natur ist und morphologischen Fakten durchaus nicht entspricht. Und noch andere Einwendungen mehrten sich. Deshalb suchten die Botaniker eine Einteilung auf anderer Grundlage. So hat namentlich Payer seine Einteilung auf der Blütenanzahl an der gemeinsamen Achse basiert, indem er sagte, dass diese Anzahl entweder beschränkt oder unbeschränkt sei. Dieses Prinzip führte dann gleichfalls zu cymösen und racemösen Typen. Payer war der erste, welcher auch aus beiden Infloreszenzarten zusammengesetzte Blütenstände unterschied. Die einfachste und richtigste Einteilung haben die Morphologen Wydler und A. Braun gegeben und an diese Einteilung haben sich alle späteren Autoren mit einigen Modifikationen gehalten.

Doch, wir wollen uns nicht weiter mit dem Kritisieren und Beurteilen aller dieser Systeme abgeben, sondern lieber im folgenden alle anführen,

*) Es ist sonderbar, dass der Wirtel, obzwar er keine Blütenstandsform ausdrückt, doch auch noch bei den späteren Autoren angeführt wird.

wobei wir auf die Abhandlung Čelakovskýs vom J. 1892 über diesen Gegenstand verweisen.

Wydlers System (1851).

1. Ährenförmige Blütenstände:
   Ähre, Kätzchen, Kolben, Köpfchen, Dolde, Schirmtraube, Traube.
2. Rispenförmige Blütenstände:
   Rispe, Schopf, Schirmrispe, Spirre.
3. Dichotomische Blütenstände:*)
   Dichasium (cyma dichotoma), Schraubel, Wickel.

Payers System (1857).

A) Beschränkte Blütenstände:
   1. Cyma bipara (Dichasium).
   2. Cyma unipara (Wickel, Schraubel).
   3. Cyma contracta.

B) Unbeschränkte Blütenstände:
   1. Einfache: Traube, Dolde, Schirmdolde, Köpfchen.
   2. Zusammengesetzte: zusammengesetzte Traube, Ähre, Dolde, aus Köpfchen, Dolden u. s. w. zusammengesetzte Traube.

C) Gemischte (nämlich aus A und B) Blütenstände:
   Traube, Ähre, Dolde aus Dichasien und Wickeln, Wickel aus Köpfchen etc.

Brauns System (1864).

A) Inflorescenzen mit unbestimmter Zahl von Hochblättern (und in der Achsel derselben von Blüten oder Zweigen des Blütenstandes) mit einer Achse, welche den Nebenachsen nicht gleich ist.
   1. Ährenförmige, a) einfache: Traube, Ähre, Schirmtraube, Dolde, Köpfchen;
      b) zusammengesetzte: Zusammengesetzte Traube, Schirmtraube etc.
   2. Rispenförmige: eigentliche Rispe, Doldenrispe, Trugdoldenrispe, Spirre.

B) Trugdoldeninflorescenz mit bestimmter Anzahl (hauptsächlich 2) von Hochblättern mit einer Hauptachse, welche den Seitenachsen gleich ist. 1. Dichasium, 2. Wickel, 3. Schraubel.

Hofmeisters System (1868).

1. Cymöse oder centrifugale Verzweigung. Mehrarmige Cyme, zweiarmige Cyme (Dichasium), Schraubel, Wickel.

---

*) Auch anderwärts bemerkt man in der Inflorescenzterminologie der Autoren die Anwendung der Bezeichnung »Dichotomie«. Dass die Dichotomie nur bei den Kryptogamen vorkommt und hier etwas ganz anderes als Dichasium und andere gabelige Blütenstände der Angiospermen bedeutet, wurde mehrfach im I. und II. Teile dargelegt.

2. Racemöse oder centripetale Verzweigung. Einfache und zusammengesetzte Trauben, Ähren, Rispen etc.
3. Aus den beiden vorgenannten gemischte Verzweigung.

Sachs' System (1868).

1. Racemöse (traubige) Inflorescenzen.
   a) traubige (einfache botrys).
   b) rispige: Rispen, zusammengesetzte Trauben, zusammengesetze Dolden, Ähren, Ähre aus Dichasien.
2. Cymöse Inflorescenzen.
   a) 2 bis mehrere unterständige Sprosse, ohne Sympodium: Spirre, Pleiochasium, Dichasium.
   b) nur ein unterständiger Spross, sympodiale Form: Schraubel, Wickel.

Eichlers System (1875).

1. Einfache Inflorescenzen:
   a) Botrytischer Typus: Ähre, Traube, Dolde, Köpfchen u. s. w.
   b) Cymöser Typus: Pleiochasium, Dichasium, Monochasium.
2. Zusammengesetzte Inflorescenzen, und zwar aus dem gleichen Typus, oder aus verschiedenen einfachen Typen.

Pax' System (1890).

1. Homotaktische (nach demselben Typus zusammengesetzte) Inflorescenzen.
   a) Typus des botrytischen Blütenstandes.
      α) Rispe: eigentliche, Doldenrispe, Spirre.
      β) Traube: einfache (Traube, Ähre, Dolde, Köpfchen), zusammengesetzte (zusammengesetzte Traube, Ähre etc., Traube aus Köpfchen etc.).
   b) Typus des cymösen Blütenstandes:
      α) Pleiochasium.
      β) Dichasium.
      γ) Monochasium (Wickel, Schraubel, Fächel, Sichel).
2. Heterotaktische (botrytische mit cymösen und umgekehrt zusammengesetzte) Inflorescenzen.

Čelakovskýs System (1892).

I. Homotaktische Inflorescenzen.

A) Rispentypus (Thyrsen).
   a) Traubenförmige Rispen: Rispe, Thyrsus.
   b) Doldenförmige Rispen: Spirre, Trugdolde.

B) Traubentypus.
   a) Einfache Trauben: Traube, Schirmtraube, Dolde, Ähre, Köpfchen.
   b) Zusammengesetzte Trauben: einförmige, verschiedenförmige.

C) Gabelförmiger (dichasialer) oder brachialer Typus.
   a) Einfache Dichasien.
   b) Zusammengesetzte Dichasien.

II. Heterotaktische Inflorescenzen.

a) Thyrsoiden: Botryo-Thyrsi, Brachio-Thyrsi, Brachio-Botryen.

b) Sarmentiden: Thyrso-Brachien, Botryo-Brachien.*)

Wenn wir alle diese Systeme überblicken, so sehen wir, dass die hauptsächlichsten Merkmale, auf denen jede Einteilung der Inflorescenztypen beruht, folgende sind: Die Anzahl der Blüten an einer und derselben Mutterachse, die Länge der Blütenstiele, die Zahl der Unterordnungsgrade, die gegenseitige Lage der Blüten, die Aufblühfolge (das Alter) der Blüten.

Darnach, auf welches der genannten Merkmale der Autor ein grösseres Gewicht legte, fiel auch seine Einteilung aus. Wenn wir jedoch die Inflorescenz einer möglichst grossen Anzahl von Pflanzen aller Länder untersuchen, so gelangen wir zu der Überzeugung, dass alle angeführten Merkmale unendlich veränderlich sind und dass überhaupt eine präcise Einteilung der Blütenstandsformen unmöglich ist, weil alle Formen ineinander übergehen. Es sind deshalb alle hier angeführten Systeme gekünstelt, da wir immer wieder auf Fälle stossen werden, deren Einreihung in irgend eine Kategorie uns zur Unmöglichkeit werden wird. Die Variationen und Kombinationen der Inflorescenzen sind unendlich und Aufgabe der Morphologie ist es, lediglich die hauptsächlichsten Typen hervorzuheben, welchen die verschiedenen Variationen vermöge ihrer Gestalt sich mehr oder weniger nähern. Aus diesem Grunde ist jenes System das praktischeste, welches das einfachste ist und ein solches ist eben das System Wydlers. Die geringste Lebensfähigkeit hat das unklare und komplizierte System Čelakovskýs. In das Wydlersche System muss allerdings hinter die Wickel noch das Fächel und die Sichel, welche Buchenau als besondere Formen hervorgehoben hat, eingeschaltet werden. Wydler hat sich besonders fleissig und eingehend mit der Morphologie der Blütenstände befasst (siehe Flora 1851, 1845).

Wir werden also kein System einführen, sondern bloss 12 der hauptsächlichsten Typen hervorheben, welche wir auch bildlich darstellen und über deren Variationen wir besonders sprechen wollen.

Die streng wissenschaftliche Seite der vergleichenden Morphologie bei der Abschätzung der Inflorescenzformen beruht lediglich darin, dass wir sicherzustellen bemüht sein müssen, welche Blüte als Tochterblüte einer anderen untergeordnet ist, in welcher Lage sie sich zur Mutterblüte oder Mutterachse, dann zum Stützhochblatt befindet und welche Stellung die gleichwertigen Blüten untereinander einnehmen. Dabei muss

---

*) *De Candolle* hat die Bezeichnung »*Thyrsen*« für die zusammengesetzte Inflorescenz im ersten Grade aus dem botrytischen, im zweiten Grade aus dem cymösen Typus eingeführt. *Bravais* die Bezeichnung »*Sarmentiden*« für die zusammengesetzten Inflorescenzen im ersten Grade aus dem cymösen, im zweiten Grade aus dem botrytischen Typus oder in beiden Graden aus dem cymösen Typus.

fortwährend auf die verschiedenen sympodialen und dorsiventralen Erscheinungen gut Bedacht genommen werden.

Es ist verwunderlich, dass diese wissenschaftlichste Seite der verschiedenen Blütenstandsformen bisher verhältnismässig am wenigsten berücksichtigt worden ist. Nur bei der Wickel, Schraubel, Sichel und dem Fächel dient die Blütenorientierung als Grundlage, aber wir verweisen auf die Traube oder Ähre, wie mannigfaltig da die Formen sind, welche infolge der verschiedenen Stellung der Seitenblüten an der Inflorescenzachse entstehen können. Ganz ausser acht wurden die Serialblüten gelassen, welche manchmal in der Inflorescenz eine bedeutende Rolle spielen.

Weil so viele Umstände auf die Gestaltung (Plastik) und Zusammensetzung der Inflorescenz Einfluss haben, so ist es erklärlich, dass manchmal ungewöhnlich komplizierte Blütenstände entstehen, deren Lösung nach den eben hervorgehobenen Prinzipien schwierig ist. Daher kommt es, dass manche Inflorescenzen in den botanischen Kompendien, in Monographien und Lehrbüchern oft ungenau ausgelegt zu werden pflegen.

Bemerkenswert ist, dass einige Inflorescenztypen für ganze Familien, ja für ganze Kreise von Familienverwandtschaften charakteristisch sind. Es gehören also die Blütenstandsformen zu den wichtigsten Charaktermerkmalen der Gattungen und Familien. So z. B. haben alle Cruciferen Trauben, alle Umbelliferen (ungerechnet die abweichenden Hydrocotyleae) Dolden, alle Labiaten Dichasien, alle Rubiaceen Cymen, alle Leguminosen Trauben, alle Caryophyllaceen Dichasien, alle Boraginaceen Wickel, alle Solanaceen Cymen u. s. w. Aber es gibt wieder andere Familien, wo wir häufig alle möglichen Inflorescenzformen finden.

Es ist selbstverständlich, dass die Formen der Inflorescenz überhaupt auf denselben Achsenverzweigungsgesetzen beruhen, welche wir schon im II. Teile auseinandergesetzt haben. Die primäre Verzweigungsform also auch bei der Inflorescenz ist das Monopodium. Die Blätter (Hochblätter) sind in genetischer Spirale an der verlängerten Achse angeordnet und in ihren Achseln entspringen die Blütenknospen — dies ist der Anfang der Inflorescenz überhaupt. Die Traube oder Ähre ist sonach der primäre Typus unter allen Formen der Inflorescenz. Darnach nun, wie sich die Achse der Traube verkürzt und verdickt, wie sich die Blütenstiele verkürzen, entsteht aus der Traube eine Ähre, Dolde, oder ein Köpfchen oder andere Formen der botrytischen Inflorescenz. Das ist gewissermassen die zweite Stufe des Blütenstandes in phylogenetischem Sinne. Auf einer weiteren Stufe beginnt die Zahl der Blüten an der Traubenachse (der Dolde, der Ähre u. s. w.) abzunehmen und so entsteht das Trichasium, Dichasium, Monochasium (die Wickel, Schraubel, Sichel, das Fächel). Interessant aber ist, dass auch diese degenerierten Inflorescenzen von neuem die Gestalt von Trauben in der Form von Scheintrauben annehmen.

Die Ausgestaltung oder Plastik der Blütenstände hängt aber überall eng mit biologischen Momenten zusammen, in welcher Beziehung es sehr interessant ist, zu beobachten, wie die Pflanze aus verschiedenen morphologischen Faktoren häufig ganz gleiche Inflorescenzformen aufbaut, wenn dieselben gleichen Zwecken dienlich sind.

Man kann folgende Typen einfacher Blütenstände unterscheiden (Fig. 482):

1. Die Traube, 2. die Ähre, 3. die Dolde, 4. das Köpfchen, 5. die Schirmtraube, 6. die Trugdolde, 7. die Gabel (das Dichasium), 8. das Trichasium, 9. die Wickel, 10. die Sichel, 11. das Fächel, 12. die Schraubel.

Diese Einteilung ist aber nicht streng wissenschaftlich, da sich für die einzelnen Typen derselben nicht präcise Grenzen abstecken lassen. Wir führen dieselben nur der terminologischen Gewohnheit zuliebe an, welche allgemein in die Literatur eingeführt worden ist. Die Ähre z. B. unterscheidet sich von der Traube nur durch die Verkürzung der Blütenstiele; allein derartiger Verkürzungen gibt es eine ganze Reihe von Abstufungen und manchmal könnten wir in Verlegenheit kommen, ob wir sagen sollen, dass die Blüte stiellos oder ganz kurz gestielt sei. Ähnlicherweise ist der »Kolben« kein wissenschaftlicher Begriff. Ebenso gibt es zwischen der Schirmtraube und der Traube Übergänge, was auch zwischen der Trugdolde und der Schirmtraube der Fall ist. Am prägnantesten sind verhältnismässig die Typen 7—12 ausgezeichnet.

Alle eben angeführten einfachen Typen können sich in einer und derselben Inflorescenz bis zu mehreren Graden wiederholen, so dass wir dann aus einem Typus zusammengesetzte (homotaktische) Blütenstände erhalten. So kann die Achse der Traube statt Blüten Blütentrauben tragen, die Dolde Dolden, die Ähre Ähren, das Köpfchen Köpfchen u. s. w. In der nachfolgenden speziellen Abhandlung werden wir diese homotaktischen Inflorescenzen stets bei dem zugehörigen Typus durchnehmen. Aber es können auch verschiedene Typen in einem zusammengesetzten Blütenstande in Kombination gelangen (heterotaktische Inflorescenzen), namentlich können auch racemöse mit cymösen Typen sich verbinden. Über diese Inflorescenzen werden wir dann besonders sprechen.

1. Die Traube (racemus, botrys).

Die Traube hat eine verlängerte Achse, an welcher Hochblätter mit axillären, gestielten Blüten sitzen (Fig. 1). Die Eigenschaften der Traube können wir von einigen Standpunkten aus untersuchen: nach den Hochblättern, nach deren Stellung (und deshalb auch nach der Stellung der Blüten) an der Traubenachse, nach der Traubenabgrenzung, nach dem Vorgange der Entwicklung und des Aufblühens der Blüten, nach der Länge der Traubenachse.

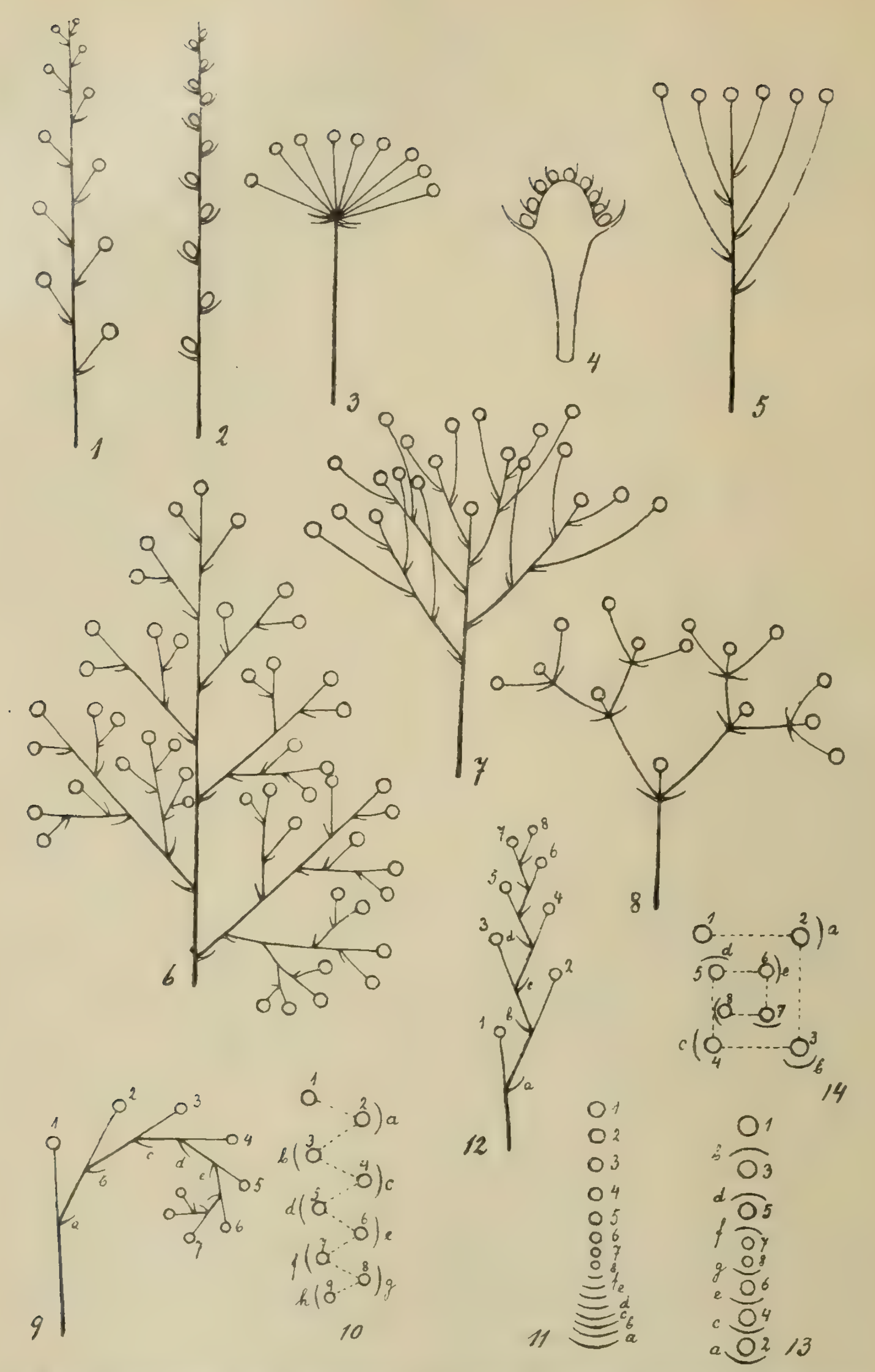


Fig. 482. Haupttypen der Inflorescenz. 1) Traube, 2) Aehre, 3) Dolde, 4) Köpfchen, 5) Schirmtraube, 6) Rispe, 7) Trugdolde, 8) Gabel, 9, 10) Wickel, 11) Sichel, 12, 13) Fächel, 14) Schraubel. (Original.)

Die Hochblätter der Traube sind gewöhnlich deutlich entwickelt, so z. B. allgemein in den Trauben der Papilionaceen. Eigentümlich ist der Umstand, dass in den Trauben der Cruciferen die Hochblätter fast durchweg spurlos abortiert sind. Dass wir sie aber voraussetzen müssen, geht aus abnormen Fällen hervor, wo sie wirklich entwickelt sind; so habe ich sie in den Trauben von *Cheiranthus Cheiri* und *Barbaraea vulgaris* beobachtet. Normal entwickelt sind diese Hochblätter nur bei den Arten: *Chorispora stricta* DC., *Tropidocarpum scabriusculum* Dougl., *Tr. gracile* Hook., bei *Schizopetalum*, bei einigen bergbewohnenden Arten der Gattung *Draba*, bei *Barbaraea bracteosa* und *Alyssum Benthami*. Diese Erscheinung der Arbortierung der Stützbrakteen wiederkehrt auch bei den Dolden der Umbelliferen (so hat der gemeine Dill keine Hochblätter) und bei verschiedenen Ähren *(Potamogeton, Trifolium incarnatum.)*

Die Hochblätter und demnach auch die Blüten der Traube sind gewöhnlich rings um die Achse derselben in spiraliger Anordnung nach verschiedenen Divergenzen situiert. Solche Trauben hatten die Botaniker meistenteils im Sinn, wenn sie von traubenförmiger Inflorescenz sprachen. Es sind jedoch auch andere Stellungen möglich, welche den Charakter und die Zusammensetzung der Traube sehr verändern und ich bin der Ansicht, dass die Unterscheidung dieser Varianten wichtiger ist, als die Unterscheidung der Ähre, des Kolbens, der Schirmtraube und des Köpfchens.

Wenn die Hochblätter in zwei gegenständigen Reihen stehen, so entsteht eine zweizeilige Traube oder Ähre. Diese Form ist sehr verbreitet, namentlich unter den Monokotyledonen, so erinnern wir an die Blütenähren in den Familien der Bromeliaceen, Gramineen und Cyperaceen. Solche Ähren oder Trauben sind, namentlich dann, wenn die Grösse der Hochblätter eine bedeutende ist, von zwei Seiten zusammengedrückt. Bei den Dikotylen sind sie eine grosse Seltenheit; wir können diesfalls 2 Beispiele anführen: bei *Aristolochia Ruiziana* DC. entspringen die Blüten an besonderen Zweigen an der Basis langer, sich windender Stengel. Sie sind in zwei abwechselnden Reihen in den Achseln der Hochblätter in akropetaler Anordnung traubig gestellt. Auch die Blüten einiger Gattungen der Familie der *Olacaceen* (z. B. der Gattung Olax) stehen in längeren, zweireihigen, aus der Achsel grosser, grüner Hochblätter entspringenden Trauben.

Es geschieht zuweilen, dass die Blüten in der Traube oder Ähre zwar die spiralige Ordnung einhalten, aber mehr oder weniger in Gruppen genähert sind, so z. B. bei den Gattungen *Tofieldia* und *Lupinus*. Bei der letztgenannten Gattung bilden schliesslich bei einigen Arten (z. B. bei *L. luteus*) die Blüten in regelmässigen Abständen hintereinanderfolgende, abgeteilte Wirtel. Noch mehr tritt dieser Typus bei *Primula japonica* und *Hottonia palustris* hervor, wo die ganze, bedeutend verlängerte Traube in

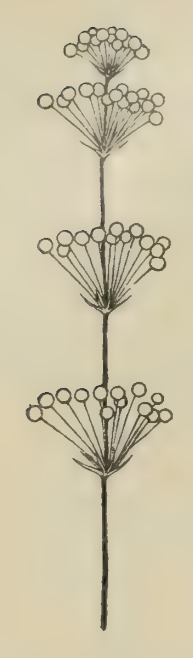


Fig. 482 a. Wirteltraube von **Primula japonica.** (Original.)

einige wirtelige Absätze geteilt ist. Nennen wir diesen gewiss bemerkenswerten Typus Wirteltraube (Fig. 482 a). Wenn wir die Dolde als besonderen Inflorescenztypus anerkennen, so sehe ich nicht ein, warum nicht auch die Wirteltraube unterschieden werden sollte. Eine, bloss aus drei Blüten in den Wirteln bestehende, regelmässig aufgebaute Wirteltraube hat der australische Strauch *Gastrolobium velutinum* Ldl. (Legum.).

Eine eigentümliche Plastik erhält die Traube, wenn die Hochblätter mit ihren Blüten in abwechselnden Paaren hintereinander folgen, so dass dieselben infolge dessen 4 Reihen (Orthostichen) bilden. In einem solchen Falle ist in der Regel auch die Endblüte der Traube ausgebildet. Die Aufblühfolge ist dann eine akropetale, oder auch in der Weise, dass zuerst die Endblüte zum Aufblühen gelangt und dann akropetal die übrigen Blütenpaare nachfolgen (*Strychnos Atherstonei* Harm. Fig. 483). Beispiele ähnlicher Trauben gibt es genug: Echites, Rhabdadenia, Odontadenia, Laseguea (Apocyn.), Calophyllum Blancoi Pl. Zr., Notelea rigida Sieb. (Oleac.) u. a.

Nennen wir diesen Traubentypus gepaarte Traube. Die Anzahl der Blütenpaare kann bis auf 1 herabsinken, in welchem Falle dann der genannte Typus in ein Dichasium übergeht. Die gepaarten Trauben setzen nicht selten auch mehr oder weniger reichblütige Rispen zusammen, namentlich bei den Arten mit gegenständigen Blättern (Ligustrum, Syringa).

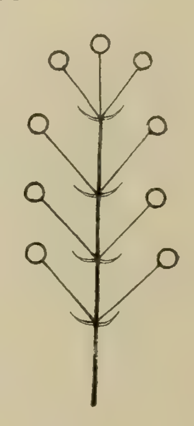


Fig. 483. Gepaarte Traube von **Strychnos Atherstonei.** (Original.)

Hier müssen wir noch von einer bewunderungswürdig eingerichteten Traube, welche sich eigentlich in keine Kategorie gut einreihen lässt, Erwähnung tun. Es ist dies die Blütentraube einiger Arten der Gattung *Thermopsis* (T. lanceolata R. Br. u. a.). Hier sehen wir zwar im Wirtel 3 Hochblätter (Fig. 484), in deren Achseln je 1 Blüte entspringt; wenn wir jedoch der Blattfolge am Stengel Aufmerksamkeit widmen, so erkennen wir, dass diese 3 Hochblätter eigentlich ein einziges Blatt mit einer einzigen Blattspreite und zwei gleich ausgestalteten Nebenblättern vorstellen. An der Basis des Stengels (*a*) verwachsen die Nebenblätter mit ihrer Spreite zu einer dreizähnigen Scheide. Etwas weiter oben (*b*) vergrössert sich die einfache Spreite und trägt dieselbe bereits ein deutliches Blattstielchen. Noch weiter (*c*) nimmt das Wachstum der Spreite fernerhin zu, es tritt aber zugleich eine Teilung derselben in 2 Teile ein. An einem

noch höheren Gliede *(d)* teilt sich die Spreite bereits in 3 Blättchen, wie dies bei den Papilionaceen gewöhnlich der Fall zu sein pflegt, was zur Folge hat, dass jetzt das Blatt sich von seinen Nebenblättern deutlich differenziert. Wenn wir an dem Stengel in der Richtung zur Inflorescenz weitergehen, so beginnt sich das Blatt in entgegengesetztem Sinne zu verändern, so dass wir zuletzt unterhalb der Blüte ein Hochblatt als Spreite und 2 ganz gleich gestaltete Nebenblätter mit jenem im Wirtel (nach $^1/_3$) vorfinden. Aber merkwürdigerweise sitzt in der Achsel der Nebenblätter ebenfalls je eine Blüte, so dass die Gleichwertigkeit der beiden Nebenblätter mit dem Blatte selbst vollkommen ist. Ich kenne keinen zweiten Fall im ganzen Pflanzenreiche, wo die Nebenblätter sich so verhalten würden, nur auf S. 684 haben wir etwas ähnliches bei Carpinus und Betula beschrieben. Die Nebenblätter verhalten sich hier so, wie das Blatt selbst deshalb, weil sie vollkommen dessen Gestalt und Stellung angenommen haben. Es ist dies zugleich eine Bestätigung der Richtigkeit unserer Theorie von der Einheit der Anaphyten an Achsen mit wirteliger Blattstellung.



Fig. 484. **Thermopsis lanceolata**. Der Stengel endigt mit einer Ähre, a) Blatt u. seine Stipeln scheidig verwachsen, b, c, d . . .) Blätter, s) Stipulae. (Original.)

Eine überraschende Modifikation der Traube zeigt endlich die einjährige Crucifere *Malcolmia africana*. Hier verschieben sich die drei unter der Blütentraube stehenden Blätter samt den Tochterzweigen hoch an die Traubenachse, infolge dessen unter den einzelnen Blüten in der unteren

Inflorescenzpartie Blätter und Seitenzweige gemischt wahrzunehmen sind (vergl. bei Wagner). Andere verwandte Malcolmia-Arten tragen normalerweise die erwähnten drei Blätter tief unter der Blütentraube, welche den Stengel abschliesst.

Wenn wir von der Stellung der Hochblätter in Trauben oder Ähren sprechen, so müssen wir notwendigerweise auch den dorsiventralen Trauben oder Ähren unsere Aufmerksamkeit schenken. Bei der Beobachtung der reichen Blütentraube an *Vicia Cracca* sehen wir, dass die Blüten auf eine Seite hin zusammengerückt und dass auch die Blütenstiele samt den Hochblättern einseitig her verschoben sind. Deshalb ist die ganze Traube dorsiventral und am Ende auch spiralig einwärts gerollt, so dass sie getreu an die Wickel der Boragineen erinnert. Dass es sich aber hier um eine wahre Traube handelt, geht daraus hervor, dass jede Blüte aus der Achsel ihres Hochblatts entspringt. Die blütenlose Seite der Traube ist gegen den Stengel (die Mutterachse) gewendet, wodurch die Entstehung der Dorsiventralität der genannten Traube wohl auch erläutert wird. Schon in der ersten Jugend wurde die Traube durch die Mutterachse bedeutend bedrängt und deshalb wurden durch diesen Druck die Blüten in die Achsel verschoben, wo sie mehr Platz zur Entwicklung fanden.



Fig. 485. **Dalbergia brasiliensis**, dorsiventrale Traube. (Nach Taubert.)

Charakteristische dorsiventrale Trauben findet man bei der Gattung *Dalbergia* (Papilion. Fig. 485), deren baumartige Arten die alte und neue Welt bewohnen (D. armata E. M., D. obovata E. M, D. monetaria L. f., D. lactea). Die Blüten sind da an der oberen Seite in zwei Reihen gestellt und an den Seiten durch zwei Reihen von Stützbrakteen gestützt. Auch die Enden dieser Trauben sind spiralig eingerollt, so dass sie ganz besonders getreu an wahre Wickel erinnern. Die Trauben setzen da aber bis in den dritten und vierten Grad reich verzweigte Rispen dar. Auch die Trauben selbst entspringen an den Hauptzweigen dorsiventral. Bloss die ersten Hauptzweige sind schon allseitig in spiraliger Stellung angeordnet. Der Habitus dieser reichen Inflorescenzen ist gewiss ungewöhnlich. Dass es sich da nicht um Wickel handeln kann, geht nicht nur aus der axillären Stellung der Blüten, sondern auch aus der ganzen Verwandtschaft der Papilionaceen hervor, wo durchweg Trauben verbreitet sind.

Auch bei der Gattung *Shorea* Roxb. (Dipterocarp.) sind die kleinen Blüten zweireihig in zwei abwechselnden Reihen an der oberen Seite

der Traube angeordnet; die Trauben sind da aber gerade, bedeutend verlängert und entspringen aus der gemeinsamen Achse, welche selbst mit einer Blütentraube abschliesst, dann aber sich nicht weiter verzweigt.

In der Familie der *Liliaceen* begegnen wir auch öfter dorsiventralen Trauben. Beispielsweise führen wir die Gattungen *Scilla* (S. bifolia, amoena) und *Puschkinia* an.*)

Sehr verbreitet sind die dorsiventralen Ähren in der Familie der *Gramineen*. So kennen wir Beispiele bei *Dactylis glomerata*, *Nardus stricta*, *Eleusine Coracana*, *Panicum sanguinale*, *Cynosurus cristatus*, *Bouteloua oligostachya*, *Ctenium aromaticum*, *Paspalum dilatatum*. Wenn solche Ähren in grösserer Anzahl in eine gemeinsame Infloreszenz zusammengestellt sind (Eleusine u. a.), so können wir bemerken, dass die kahle Seite der Ähre zu der gemeinsamen Achsel hin gewendet ist oder dass die Ähren in der Jugend mit dieser Seite aneinandergelegt sind. Und weil die Ähren sehr eng in der Achsel angelegt sind (manchmal in einer besonderen Rinne), so wird höchstwahrscheinlich auch hier der starke Druck der Achse auf die junge Anlage der Ähre der Grund davon sein, dass deren Entwicklung ungleichmässig ist. Dort, wo nur eine einzige Ähre vorhanden ist (Nardus, Cynosurus), kann dies eine von Arten mit verzweigter Infloreszenz ererbte Eigenschaft sein. Zu bemerken, dass es sich bei den angeführten Beispielen eventuell auch um zusammengesetzte Ähren handelt, ist vielleicht gar nicht notwendig.

Bei den Gattungen der Papilionaceen *Coronilla*, *Lotus*, *Hippocrepis* u. a. finden wir nicht nur eine merkwürdige Metamorphose der Blütentrauben, sondern häufig auch eine stark entwickelte Dorsiventralität. Über diese eigentümlichen Infloreszenzen hat schon im J. 1842 Trécul eine Abhandlung veröffentlicht. *Hippocrepis comosa* (Fig. 16, 17, Taf. VI) hat die Blüten an langen Stielen in eine Dolde gestellt. Die Blüten bilden hier aber nicht eine verkürzte Spirale, sondern einen wirklichen, einzigen Kreis rings um den mittleren, abortierten Scheitel. Äusserlich sind dieselben von einer manschettenförmigen, in Zipfel geteilten Membran (verwachsenen Brakteen) eingefasst. Bei *Coronilla vaginalis* ist diese Manschette sogar ganzrandig, ungezähnt. Es versteht sich von selbst, dass die einzelnen Blüten hinter den Zipfeln der Manschette stehen. Diese ganze Infloreszenz ist als eine zusammengezogene Traube anzusehen, aber eine dorsiventrale Traube, weil die Blüten nicht gleichmässig entwickelt sind, indem sie auf der zum Stengel hingewendeten Seite grösser sind und auch früher aufblühen, als auf der dem Stützblatte zugekehrten. Wenn nämlich die Dolde aufzublühen beginnt, so steht deren Ebene senkrecht zum eigenen Stiele oder also wagrecht. In der Jugend aber ist der Blütenstandsstiel

*) Diese Infloreszenzen empfehlen wir aber einer weiteren Untersuchung, denn es ist auch nicht ausgeschlossen, dass sie traubenartige Schraubeln vorstellen.

dem wagrechten Stengel anliegend und auch die Dolde nimmt eine solche Stellung ein, was zur Folge hat, dass die dem Stengelscheitel zustrebenden Blüten mehr Raum zur Entwicklung haben, als die in der Achsel zusammengedrängten — und das Ergebnis davon ist ihr unglaubliches Wachstum.

Eine noch mehr sonderbare Gestalt nimmt dieser Blütenstand bei *Trifolium Lupinaster* (Fig. 485 a) an. Hier haben wir ebenfalls eine doldenförmige Inflorescenz, aber die Blüten bilden zwei Kreise hintereinander und sind gleichfalls äusserlich von einer häutigen Manschette eingefasst. Der äussere Kreis ist der ältere, der innere der jüngere, beide jedoch sind an der zum Stengel hingewendeten Seite offen und auf diese Seite treten auch die Blüten dem Alter nach hinab. So ist die ganze Dolde auf dieser Seite ausgehöhlt und auch der gemeinsame Stiel mit einer herablaufenden Rinne versehen, so dass auch dieser dorsiventral entwickelt ist. Im Innern der Dolde befinden sich noch 1—3 freie Blüten, wovon jede eine häutige Stützbraktee besitzt. Hier ist also die dorsiventrale Entwicklung der ganzen Inflorescenz noch weiter geschritten, wahrscheinlich deshalb, weil sie sich in der Achsel eines Blattes anlegt, welches eine grosse Nebenblattscheide trägt. Durch diese Scheide wird der Blütenstand an die Stengelachse gedrückt.

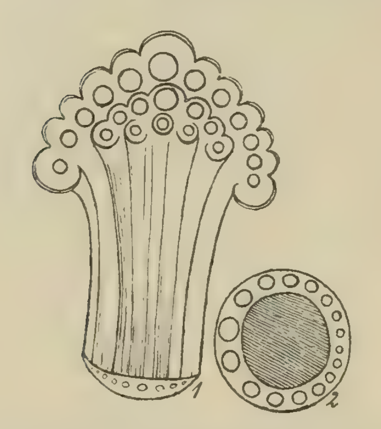


Fig. 485 a. 1) Inflorescenz von Trifolium Lupinaster L., 2) von Coronilla vaginalis Lm. (Original.)

Auch *Anthyllis* hat dorsiventral entwickelte Köpfchen, aber nur in geringem Masse. Die Blüten bilden hier noch nicht Reihen und eine jede ist durch ihr Hochblatt gestützt. *Coronilla varia* hat ihre Traube ebenfalls in eine Dolde zusammengezogen, aber dieselbe ist nicht dorsiventral und die Blüten bilden keinen Kreis, obzwar die Mitte der Dolde flach und leer ist. Unterhalb jeder Blüte befindet sich eine kleine, selbständige Braktee.

Die eben angeführten Beispiele sind verschiedenartige Veränderungen der ursprünglichen Traube in der Familie der Papilionaceen, wo dieser Inflorescenztypus allgemein vorkommt, ebenso, wie bei den übrigen Leguminosen. Dass diese Trauben häufig Umwandlungen zu kugeligen Köpfchen (Trifolium) oder dichten Ähren (Acacia) unterliegen, ist gewiss einem jeden bekannt. Die Traube kann auch allmählich ihre Blüten bis auf 1—3 verlieren, so dass der Stiel der Traube dann mit einer scheinbar terminalen, einzigen Blüte abschliesst (Vicia tetrasperma, V. monantha, V. lathyroides, Tetragonolobus).

Bei einigen australischen Leguminosen nimmt diese Traube auch eine andere Gestalt an. So verwandelt sich dieselbe bei der Gattung *Daviesia* durch Verkürzung der Achse auf Null in eine gestielte Dolde, deren jede Blüte durch eine selbständige Braktee gestützt ist. Die Blätter schreiten dem Alter nach von aussen nach innen. Die äusseren 2—3 Stützbrakteen verwandeln sich aber nach dem Abblühen in grosse, häutige, aderige Hüllschuppen, wodurch eine aufgeblähte Blase entsteht, in welcher die Früchte sich verbergen. Sie sind offenbar der Verbreitung der Früchte in der Umgebung dienlich. *Hallia imbricata* Tnb. aus Südafrika besitzt wieder eine verlängerte Ähre, die Stützbrakteen sind aber zu grossen, sackförmigen Gebilden umgewandelt, in denen einzelne Blüten sich verbergen.

Einen sonderbaren Habitus bekommt die Inflorescenz des indischen *Desmodium pulchellum* Bnth. infolge der ähnlichen Umgestaltung der Hochblätter. Hier stehen mehrblütige Büschel in einer bis 20 cm langen Traube und sind von einem Hochblatte gestützt, welches zwei rundliche, grüne Blättchen trägt, so dass die Blüten von den letzteren wie von Klappen gedeckt und geschützt werden. Es sind zwei Blättchen eines paarig gefiederten Hochblattes, was wohl interessant ist, da die vegetativen Blätter dreizählig und ganz anders geformt erscheinen.

Obzwar die Familie der *Papilionaceen* so allgemein durch den Typus der traubenförmigen Inflorescenz charakterisiert ist, so haben wir hier dennoch eine merkwürdige Ausnahme. Es ist dies die südafrikanische *Rafnia amplexicaulis* Tnb., welche in der Achsel der breiten, einfachen, stengelumfassenden Blätter wahre Dichasien trägt. Der Blütenstiel ist mit Vorblättern versehen (α, β), welche hier zu zwei grossen, rundlichen Deckflügeln umgewandelt sind, in denen die Blüte verborgen ist. In der Achsel dieser Vorblätter entspringen wieder gestielte Blüten, welche in derselben Weise mit Vorblättern versehen sind und in der Achsel der letzteren wiederum Knospen. Das Ganze erinnert lebhaft an die Dichasien unserer Arten der Gattung Euphorbia.

Aber eine sehr wichtige Modifikation der Trauben hat bei den Autoren bisher nur sehr geringe Aufmerksamkeit gefunden. Nur Warming hat im J. 1872 darauf hingewiesen, dass der Tochterspross, wenn er sich ebenso stattlich entwickelt, wie der Mutterspross, mit dem letzteren dann eine dichasienartige Gabel einschliesst. Diese Erscheinung ist an sich nicht so selten; sie kommt auch an unseren heimischen Pflanzen vor. Eine ganz sonderbare Gestalt nimmt aber die ganze, auf diesem Prinzip aufgebaute Inflorescenz bei einigen ausländischen Gattungen an. Ein schönes Beispiel bietet uns die nordamerikanische Campanulacee *Nemacladus montanus* Gr. (Fig. 486). Hier beginnt die Inflorescenz scheinbar mit dichasialen Gabeln, obzwar dies nichts anderes ist, als dass der Tochterzweig dieselbe Entwicklung erlangt, wie der Mutterzweig und mit

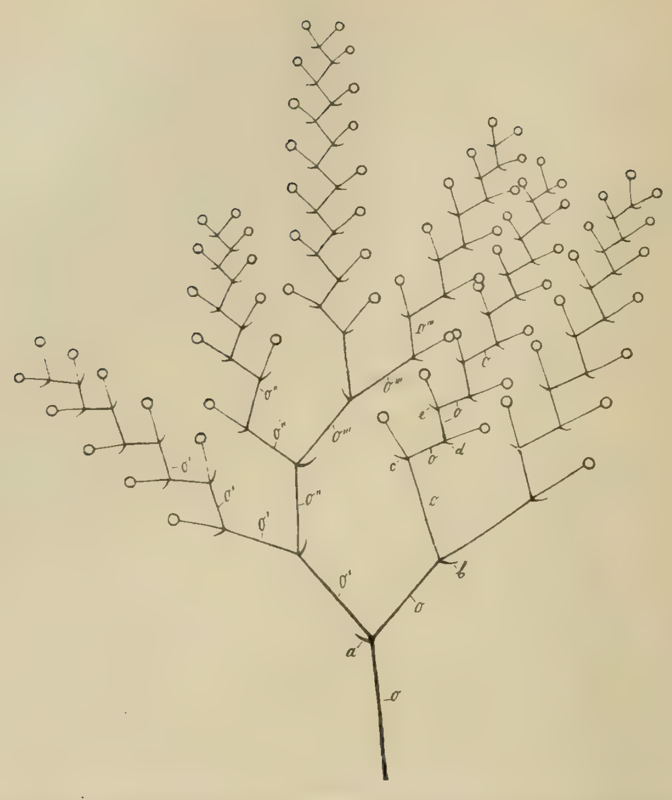


Fig. 486. Blütentrauben von **Nemacladus montanus**. (Original.)

dem letzteren in einem Winkel auseinandertritt. Die einzelnen Zweige der Inflorescenz erlangen eine sonderbare Form deshalb, weil ihre Hauptachse im Winkel hin und her gebrochen ist, so dass das Ganze eine Wickel vorstellt. Wir sehen aber, dass das Hochblatt unterhalb der Blüte steht und dass daher die zickzackförmige Achse kein Sympodium, sondern ein Monopodium ist. Eine eigentümliche Gestaltung erlangte die Traube hier dadurch, dass der Stiel der Seitenblüte sich in die Richtung des vorangehenden Teils der Mutterachse stellte. Diese merkwürdige Inflorescenz verdient gewiss mit vollem Rechte als besonderer Typus hervorgehoben zu werden. Nennen wir dieselbe gebrochene Traube.

Der australische *Leucopogon distans* R. Br. (Epacrid. Fig. 487) stellt uns eine ähnliche Inflorescenz vor, nur dass hier die Blüten nicht gestielt, sondern sitzend sind (es handelt sich also eigentlich um eine gebrochene Ähre). Ferner ist hier der Hauptstengel gerade und selbst durch eine ähnliche Ähre abgegrenzt. Die seitlichen (untergeordneten) Ähren entspringen aus den Blattachseln.

Es erübrigt uns noch über die Modifikationen zu sprechen, welche den Abschluss und die Aufblühfolge der Blütentraube betreffen.

Dieses Moment ist sowohl vom morphologischen als auch vom biologischen Standpunkte aus wichtig.

Es geschieht nur selten, dass die Traube (oder Ähre) an ihrem Ende im Wachstum als vegetative, mit grünen Blättern versehene Achse fortschreitet. Ein Beispiel haben wir an dem chinesischen Baume *Pentaphylax euryoides* Gard. Ch. (Camelliac.) und an einigen Gattungen der Myrtaceen: *Callistemon*, *Rogelia*. Ebenso *Ananasa sativa*, *Eryngium comosum* Del., *E. mexicanum* Wats. u. a.



Fig. 487. Inflorescenz von **Leucopogon distans**. (Original.)

Gewöhnlich geschieht es, dass die Traube an ihrem Ende verkümmerte, unentwickelte letzte Blüten trägt und dass der Scheitel der Traubenachse selbst verkümmert. Das gilt allgemein von den Cruciferen und Papilionaceen. Interessantes Beispiel bietet uns auch *Convallaria majalis*, wo die Blütentraube durch eine sterile, 5—8 mm lange Spitze endigt, die aber seitwärts gedrückt wird, während die nächste Blüte scheinbar terminale Stellung einnimmt. Čelakovský sagt richtig, dass die Traube durch die fortschreitende Entwicklung von der Basis an ihre Kräfte gleichsam erschöpft und deshalb am Gipfel dann verkümmert. Aber allgemein ist es nicht der Fall, dass die Traube ihre Blüten akropetal entwickeln und an ihrem Ende verkümmern würde; wir kennen Beispiele, wo die letzte Blüte in der Traube zur Entwicklung gelangt und wo die Blüten sich vom Scheitel zur Basis hin — also basipetal — entwickeln. Čelakovský nennt Trauben (Ähren, Dolden), welche durch eine Blüte abgeschlossen sind, begrenzte. Beispiele von derartigen Trauben sind eben nicht selten: *Berberis vulgaris*, *Actaea spicata*, *Orixia japonica*, *Chelidonium majus*, *Luzula spicata*, *Basella*, *Potamogeton*, *Campanula latifolia*, *Adenophora* u. a. m. Diese Endblüte blüht gewöhnlich zuerst auf, da sie von allen die älteste ist, aber bei *Tofieldia calyculata*, *Leucopogon revolutum* und *Ribes aureum* ist die Endblüte zwar auch entwickelt, aber sie gelangt dennoch zuletzt zum Aufblühen. Wenn die Terminalblüte zuerst aufblüht, so blühen die übrigen Blüten doch in akropetaler Reihenfolge auf.

Was das Aufblühen der Trauben und Ähren im allgemeinen anbelangt, so haben wir einige sonderbare Variationen. So ist bei der Kompo-

sitengattung *Liatris*, dann bei *Petasites officinalis* die traubenförmige Inflorescenz durch ein Endköpfchen begrenzt, welches das älteste ist und zuerst aufblüht. Nach diesem folgen dann im Aufblühen in basipetaler Ordnung die übrigen Köpfchen, so dass an der Basis sich die jüngsten und kleinsten Köpfchen vorfinden. Diese Erscheinung erinnert an die Obdiplostemonie in den Blüten. Nach morphologischer Anschauung müssen notwendigerweise die unteren Köpfchen als erste und die höheren als letzte angesehen werden, allein tatsächlich entspringen die oberen Köpfchen früher als die unteren. Hier haben wir also wieder ein Beispiel, dass die Entwicklung der Organe mit deren morphologischer Bedeutung im Widerspruch steht.

Auf ähnliche Weise verhält es sich mit der Aufblühfolge bei dem Köpfchen der Gattungen *Poterium* und *Sanguisorba*. Diese Erscheinung erinnert uns auch an die cymösen Inflorescenzen, insbesondere an das Dichasium und Pleiochasium. Im Dichasium gelangt auch die Endblüte vor allem zur Entwicklung und folgen ihr erst die zwei seitlichen nach. Ähnlich ist der Vorgang bei den Pleiochasien. Bei den Arten *Euphorbia lucida*, *E. palustris* u. a., wo der Stengel durch ein Cyathium (eine »Blüte«) abgeschlossen wird und wo unter demselben ein Kranz zahlreicher Strahlen herauswächst, ist auch das Endcyathium das älteste und sind die Strahlen zum Grunde herab (basipetal) fortwährend jünger.

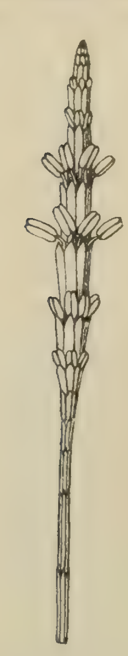


Fig. 488. **Casuarina equisetifolia**, Aufblühen der Blütenähre. (Original.)

Allein, die Ursache in jedem Fallle anzugeben, warum die Trauben und Ähren gerade so und nicht anders aufblühen, ist durchaus nicht leicht. Die Blütenähren der Gattung *Casuarina*, welche aus abwechselnden Wirteln zusammengesetzt sind, blühen von der Mitte aus dem Ende und der Basis zu (Fig. 488). In ähnlicher Weise blühen die grossen, vielblütigen Köpfchen der Gattung *Dipsacus* auf. Die verwandte *Succisa* aber blüht gleichzeitig am Ende und an der Basis des Köpfchens — also ganz entgegengesetzt der Aufblühfolge bei der vorher erwähnten Gattung. Bei einigen Arten der Gattung *Cephalaria* blüht das Köpfchen in der Mitte auf, zugleich aber erblühen auch die Strahlenblüten.

Wenn sich die Trauben in Rispen zusammenlegen, so gilt gewöhnlich die Regel, dass in der Endtraube zuerst die untersten Blüten und erst später auch jene an der Basis der seitlichen Trauben aufblühen. In der Inflorescenz der japanischen Pflanze *Hoteia japonica* aber findet eine umgekehrte Aufblühfolge statt; es blühen nämlich alle traubenförmigen Zweige gleichzeitig vom Ende gegen die Basis zu (basipetal) auf.

Die Trauben können statt der Blüten an den Seiten wieder Trauben tragen und diese abermals weitere — wodurch eine in verschiedenartigem Grade verzweigte, zusammengesetzte Inflorescenz entsteht, welche zusammengesetzte Traube oder Rispe genannt wird. Čelakovský will einen Unterschied zwischen zusammengesetzter Traube und Rispe machen, indem er sagt, dass die Rispe sich dadurch auszeichnet, dass deren Seitenzweige sich akropetal immer weniger verzweigen und weniger Blüten tragen, während die zusammengesetzte Traube tatsächlich an den Seiten wahre, mehrblütige Trauben trägt. Allerdings, wenn alle Rispen sich nach dem Muster der Abbildung Fig. 6 richten würden, so wären wir nicht im Zweifel darüber, dass diese beiden Kategorien in jedem Falle unterschieden werden müssen. Leider aber finden wir bei ber Untersuchung verschiedener Rispen, namentlich der exotischen Pflanzen, dass alle möglichen Übergänge zwischen beiden Typen stattfinden, so dass also die Ansicht Čelakovskýs unhaltbar ist.

Übrigens wird die Bezeichnung »rispenartige Inflorescenz« häufig für jeden, nach verschiedenartigen Inflorescenztypen verzweigten Blütenstand, wenn er nur eine annähernd kegelförmige oder vielverzweigte Gestalt hat, gebraucht.

Beispiele von zusammengesetzten Trauben könnten wir viele anführen. Aber selbst auch in der Familie der Leguminosen begegnen wir bis zu höheren Graden nach diesem Typus verzweigten Rispen (Dialium guianense W., Jacksonia spinosa R. Br. u. a.).

Einen ganz aparten Charakter nimmt die Rispe an, wenn sie aus paarigen Trauben zusammengesetzt ist, was besonders bei jenen Pflanzen vorkommt, wo die Blätter gegenständig sind. Wenn Čelakovský eine zusammengesetzte Traube und eine Rispe unterschied, so hätte er desto mehr noch auch diese Rispe besonders hervorheben sollen. Als Beispiel führen wir den Blütenstand bei dem brasilianischen *Oedematopus dodecandrus* und bei der Mehrzahl der Oleaceen an.

Auch die Rispen können verschiedene Metamorphosen durchmachen. Durch die Zusammenziehung und Verkürzung der Zweige können sich dieselben zu walzigen, dichtblütigen Ähren umwandeln, wie wir dies bei den Gräsern *(Alopecurus)* sehen, oder auch zu Büscheln und Köpfchen. Bei den Gräsern, wo die Rispen allgemein verbreitet sind — (allerdings sind sehr oft statt der Blüten mehrblütige Ährchen — also zusammengesetzte Inflorescenzen vorhanden), kommt eine Modifikation der Rispe vor, der wir unsere besondere Aufmerksamkeit schenken wollen.

Wenn wir die reiche, kegelförmige Rispe des gemeinen Hafers (*Avena sativa* — Fig. 489) betrachten, so finden wir, dass an dem unteren Vorsprunge (A), wo die Stützbraktee, welche in der Rispe der Gräser regelmässig unterdrückt ist, stehen soll, zwar ein langer, durch ein Ährchen (*a*) abgeschlossener Zweig, aber neben demselben noch ein ganzes



Fig. 489. Rispe von **Avena sativa** schematisch dargestellt. (Original.)

Büschel ungleich langer und eine verschiedene Anzahl von Ährchen tragender Zweige, welche ebenfalls zu ungleicher Zeit aufblühen, entspringt. Als was sollen wir diese Büschel auffassen? Denken wir uns, dass der längste Zweig noch mehr verlängert wäre und dass derselbe ausser den kleinen Zweigen d', c' noch die Zweige b', a' trüge, dann dass die letzteren gleichfalls ihre untergeordneten Zweige c'', b'', a'' tragen würden — stellen wir uns also eine Verzweigung nach dem Rispentypus Fig. 6 vor — und nun, dass die Achsenteile des Hauptzweigs a bis zum kleinen Zweige b' eine Verkürzung bis auf Null erfahren und so fortschreitend auch die Nebenzweige a', b', so werden dann die betreffenden kleinen Zweige als selbständige Zweige aus derselben Achsel wie der erste und Hauptzweig a entspringen. Die Bezeichnungs-Buchstaben geben die Erklärung dazu, wie die Zweige einer dem anderen untergeordnet sind. Die Tochterzweige (z. B. bei B, a', b' und ebenso a'', b''', a''') sollten eigentlich adossiert sein, sie drehen sich aber aus der Mediane in die Transversale, wo sie zu ihrer Entwicklung und Auseinanderstellung mehr Platz finden. Es ist nämlich fast nicht einmal notwendig zu bemerken, dass alle Seitenzweige hier in 2 abwechselnden Reihen stehen und dass der erste Zweig stets an den Mutterzweig adossiert sein muss. Die Zweige und die Hauptachse der Rispe schliessen mit einem Terminalährchen ab.

Die Büschel an den Vorsprüngen A, B, C stellen uns gleichsam eine Dolde vor, deren einzelne Zweige aber nicht gleichwertig, sondern in verschiedenem Grade einer dem anderen untergeordnet sind.

Wie schon oben gesagt worden ist, unterliegt die Rispe der Gräser den mannigfaltigsten Transformationen. Die sonderbarste von allen aber ist gewiss der weibliche Blütenstand von *Zea Mays*, welcher eine walzige, bis armdicke Ähre mit Karyopsen (Ährchen), die in gerade, nebeneinandergestellte Reihen angeordnet sind, vorstellt. Diese Ähre entstand aus der Form der männlichen Rispe dadurch, dass die Zweige der Ähre zusammenwuchsen. Ich habe gewöhnlich 6 solcher Zweige gezählt. Jede zwei Reihen von Karyopsen stellen darnach einen Zweig der männlichen Rispe vor.

Im Prinzip etwas ähnliches wie beim Hafer finden wir in der Inflorescenz der Fisole *(Phaseolus multiflorus*, Fig. 490) vor. Hier entspringen aus der Achsel der Blätter lange, aufrechte Trauben, welche jedoch in den Achseln der Hochblätter *(A, B)* immer zwei Blüten, eine ältere und eine jüngere, tragen. In welchem Verhältnisse befinden sich diese Blüten? An den Seiten beider sind kleine Schüppchen *(a, b)* zu sehen, welche den beiden erwähnten Blüten zur Stütze dienen. In die Mitte beider Blüten ist ein drüsiges, viereckiges Gebilde eingekeilt, an welchem wir ein drittes, aber sehr verkümmertes Blütchen *(3)* erblicken, welches äusserlich ebenfalls durch ein kleines Schüppchen (*c*) unterstützt ist. Hinter diesem Blütchen befindet sich ein unbedeutender Höcker *(o')*. Wenn wir die Disposition der angedeuteten Bestandteile vergleichen, so können wir nicht daran zweifeln, dass die ganze Gruppe in der Achsel des Hochblatts *(A)* eine seitliche Traube vorstellt, deren Scheitel *(o')* und Blütchen (*3*) verkümmert ist und wo nur die ersten zwei Blüten zur Entwicklung gelangten. Bei der Species *Ph. vulgaris* pflegt nicht selten die mittlere Blüte ebenfalls entwickelt zu sein.

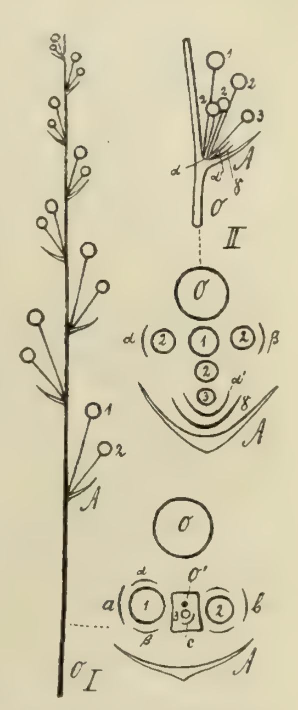


Fig. 490. Zusammengesetzte Inflorescenz von **Phaseolus multiflorus** W. (I), von **Statice spicata** W. (II). (Original.)

Bei der Gattung *Erythrina* aber ist diese mittlere Blüte in der Regel vollkommen entwickelt. Diese Inflorescenzform ist bei den Papilionaceen in verschiedenen Variationen sehr verbreitet. Oft verschwinden unterhalb der Blüten die Vorblätter (*a*, *b*) vollständig.

Eine andere Modifikation ähnlich verlängerter Trauben finden wir in derselben Familie bei der Gattung *Tephrosia* (*T. affinis* Wts. — Fig. 491). Auch hier ist die Traube mit nebenblattlosen Hochblättern (*L*), in deren Achsel Büschel gestielter Blüten zu je 3—6 sitzen, besetzt. Die Blüten folgen successive nach dem Alter vom Hochblatte zu der Traubenachse

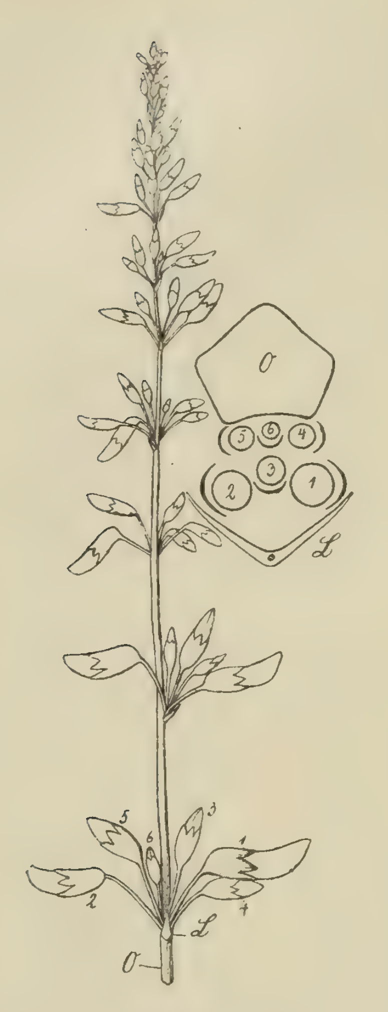


Fig. 491. **Tephrosia affinis**, Inflorescenz. (Original.)

in der auf dem Diagramm angedeuteten Stellung. Diese Anordnung entspricht weder der Wickel noch den zweireihigen Serialknospen, obzwar auf den ersten Blick jeder sie als solche ansehen würde. Dem widerspricht jedoch schon die Erfahrung, dass bei den Papilionaceen nirgends Wickel vorkommen und dass Serialreihen, wo sie entwickelt sind, in die Achsel hinabsteigen. Es handelt sich da um nichts anderes, als um eine dorsiventrale Traube, etwa so, wie bei *Hippocrepis* und *Dalbergia*, nur mit dem Unterschiede, dass die Achse dieser Traube auf Null reduziert ist.

Der eben erwähnte Fall beweist uns am besten, wie aus den ursprünglich einfachen morphologischen Prinzipien in der Pflanzenwelt so zusammengesetzte Komplikationen entstehen können, dass sie nur durch allseitige Vergleichung richtig erklärt werden können.

An die zuletzt beschriebenen zwei Varianten zusammengesetzter Trauben reiht sich auch die eigentümliche, traubenförmige Inflorescenz der Familie der *Proteaceen* an. Es ist interessant, dass dieser Inflorescenztypus bei einer grossen Reihe von Gattungen vorkommt (Grevilleoideae). Während in der Abteilung *Persoonioideae* nur einfache Trauben (Ähren) auftreten, finden wir in der Abteilung *Grevilleoideae* an der verlängerten Achse der Traube in der Achsel der Brakteen stets je 2 Blüten, welche dann eine reichblütige Traube bilden (Grevillea), eventuell auch eine dichte Ähre oder ein zusammengezogenes Köpfchen (Dryandra, Banksia). Auch die Ähren der Persoonioideen können ähnliche Köpfchen oder mit einem Involucrum versehene Capitula bilden (Isopogon).

Wenn wir die Blütenpaare der Gattung *Grevillea* (Fig. 492) untersuchen, so finden wir zwischen beiden Blüten keine Spur einer Knospe und ebenso sind an den Seiten der Blüten keine Vorblätter vorhanden. Als was haben wir also beide Blüten anzusehen? Zwei Ideen sind da möglich: entweder, dass zwischen den beiden Blüten eine Knospe in der

Mediane verkümmerte oder, dass eine der Blüten die Hauptblüte in der Mediane und die andere deren Tochterblüte ist. Hiezu gesellt sich der sonderbare Umstand, dass bei den Gattungen *Dryandra* und *Banksia* unterhalb jeder Blüte sich noch ein kleines Vorblatt (α, β) befindet. Welche Bedeutung haben diese Vorblättchen?

Nach sorgfältiger Untersuchung einer grossen Menge von *Proteaceen* aus Australien und Südafrika habe ich endlich bei *Lomatia silaifolia* und *Persoonia angustifolia* die Lösung der rätselhaften Inflorescenz gefunden. Die erwähnte *Lomatia* hat ihre Blüten derart angeordnet, dass je zwei in einer langen, lockeren Ähre stehen. Manchmal aber finden wir an der Basis dieser Ähre einen, zwischen beiden Blüten in der Mediane entspringenden Zweig oder auch eine Blüte, welche ein kleines, adossiertes Vorblatt (*b*) trägt. Hieraus geht klar hervor, dass hier in den oberen Blütenpaaren die mediane Blüte spurlos abortierte, ebenso, wie es die transversalen Vorblätter (α, β) taten. Das Vorblatt (*b*) ist daher das dritte an der Achse (*k'*).

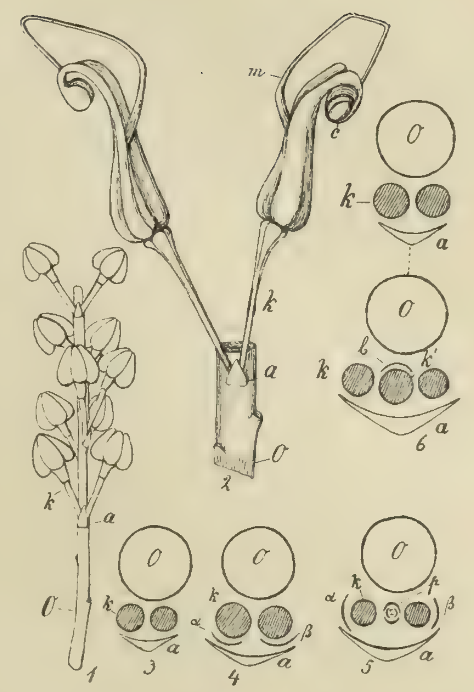


Fig. 492. Inflorescenzen der Proteaceen. 1, 2, 3) **Grevillea Thelemanniana** Hüg., 1) junge Traube, 2) zwei entwickelte Blüten samt der Traubenpartie, 3) hiezu Diagramm, m) fester Griffel, c) kopfig verbundene Perigonblättchen, welche die Stamina und die Narbe einhüllen, a) Stützbraktee. 4) **Dryandra serra** R. Br. 5) **Persoonia angustifolia** Kn. 6) **Lomatia silaifolia**, obere u. untere Inflorescenzpartie. (Original)

In der Abteilung der Persoonioideen ist es die an den verlängerten Zweigen in der Achsel der grünen Blätter Blütenpaare tragende *Persoonia angustifolia*, welche ganz besonders belehrend ist. Zwischen beiden Blüten finden wir nämlich eine verkümmerte, einige Blätter enthaltende Knospe (*p*) und an den Seiten der Blüten Vorblätter (α, β). Hier haben wir also einen Übergang zu der Inflorescenz der Gattung Grevillea und zugleich einen Beleg dafür, dass in der Abteilung Grevilleoideae die mittlere, in der Mediane zwischen beiden Blüten befindliche Axillarknospe, sowie die Vorblätter (α, β) gänzlich abortierten. So wäre also die Inflorescenz der Gattung Grevillea und ihrer Verwandten aufgeklärt.

Dass sich die Vorblätter (α, β) bei den Gattungen *Dryandra* und *Banksia* nicht seitwärts, sondern unterhalb beider Blüten befinden, muss

in der Weise erklärt werden, dass dieselben in der überaus dichten Ähre in diese Lage aus der Transversale hineingedrückt wurden.

Eine wunderbare Gestalt nimmt schliesslich die Infloreszenz der Gattung *Stenocarpus* an, wo sich die aus Blütenpaaren zusammengesetzte Traube zu einer scheinbaren, lang gestielten Dolde verkürzt.

2. Die Ähre (spica).

Die Ähre (Fig. 2) unterscheidet sich von der Traube bloss dadurch, dass die Blüten an der Achse der Ähre sitzend sind; im übrigen stimmt die Ähre vollends mit der Traube überein, so dass es nicht notwendig ist, über diesen Gegenstand hier noch weiter Worte zu verlieren. Das aber muss allerdings bemerkt werden, dass nicht alles, was einer Ähre ähnlich ist, auch wirklich eine Ähre ist, denn häufig sind es da verschiedenartige, anderweitige Inflorescenzen, so z. B. zusammengezogene Rispen, cymöse Sympodien (z. B. bei einigen Gattungen der Cyperaceen—Pax) u. s. w. Wie verschieden die Ähre in derselben Gattung, ja an derselben Pflanze sein kann, sehen wir beispielsweise an der Gattung *Carex*. Hier bilden die männlichen Blüten in der Tat einfache, wahre Ähren, während die ihnen scheinbar ähnlichen weiblichen Ähren aber schon zusammengesetzt sind, denn in der Achsel der Spreublätter finden wir die sogenannten Utriculi, welche zwar den einfachen Fruchtknoten nachahmen, in Wirklichkeit aber eine ringsum geschlossene Schuppe darstellen, welche an der verkürzten Axillarachse sitzen. In der Achsel dieser Schuppe sitzt erst die eigentliche weibliche Blüte, welche bloss aus einem Fruchtknoten besteht, dessen Narben aus der Öffnung des Utriculus herausragen (Fig. 493). Jene verkürzte Axillarachse ist bei der Mehrzahl der Arten gänzlich abortiert, nur bei der Species *C. microglochin* ist sie in Gestalt einer glatten Granne verlängert. Auch bei der verwandten Gattung

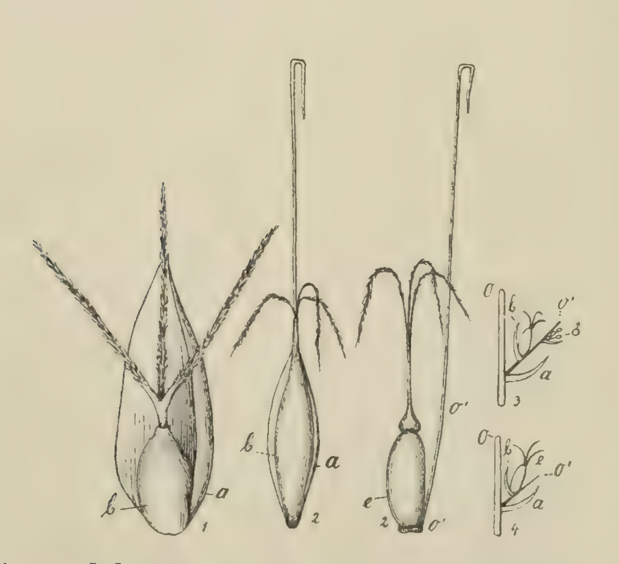


Fig. 493. Inflorescenzverhältnisse bei der Gat. **Carex** (1, 4), **Elyna** (3), **Uncinia** (2); a) Spreublatt, b) Utriculus, e) Fruchtknoten, o) Ährenachse, o') Axillarachse. (Original.)

Uncinia (Fig. 493) ist diese Achse bedeutend entwickelt, indem sie eine lange Granne darstellt, welche aus dem Utriculus hervorragt und am Ende hakenförmig eingebogen ist. Mit Hilfe dieses Hakens hält sich dann der fruchtbare Utriculus an verschiedenen Gegenständen fest. Hier hat also dieses Rudiment eine andere Funktion übernommen. Interessant ist, dass bei einer anderen verwandten Gattung *Elyna* noch der Rest der verkümmerten Axillarachse zurückbleibt und dass auf demselben faktisch die zweite Schuppe sitzt, welche in der Achsel die männliche Blüte trägt. Das ist allerdings nicht nur eine Bestätigung dessen, dass wir bei der Gattung *Carex* diese Achse voraussetzen müssen, sondern auch ein Beleg dafür, dass der ursprüngliche Inflorescenztypus der Gattung *Carex* eine zusammengesetzte Ähre war, deren Axillarachsen unten weibliche, oben männliche Blüten in der Achsel der offenen Schuppen tragen. Das, was uns oben angeführte Cyperaceen im normalen Zustande erklären, erscheint nicht selten in der Gattung *Carex* im abnormalen Zustande, wo die abortierte Achse tatsächlich zur Entwicklung gelangt, aus dem Utriculus hervorwächst und weitere Blüten trägt (siehe Duval-Jouve, Bull. de la Soc. bot. France 1864, oder Wesmael M. A. in d. Academ. royale de Belg. 1863).

Eine eigentümliche Gestalt nehmen die Ähren in der Gruppe der *Amentaceen* an. Sie haben nämlich die Form von Kätzchen (amentum), welche eine Menge von kleinen, in der Achsel der Schüppchen sitzenden Blüten tragen. Diese Kätzchen fallen dann im ganzen ab (Salix, Juglans). Allein auch hier haben wir manchmal nur scheinbar einfache Kätzchen, denn statt der einzelnen Blüten sitzen ganze Gruppen von kleinen Blüten in der Achsel der Schuppen (Betula, Alnus).

Eine sonderbare Modifikation der Ähre ist der Kolben (spadix), dessen Ähre ziemlich fleischig verdickt ist und an der die Blüten dicht sitzen oder gar in besondere Grübchen teilweise versenkt sind. In der Familie der *Araceen* ist diese Inflorescenz allgemein und hier gewöhnlich noch mit einem langen, sterilen Ende versehen (*Sauromatum* u. a.). Doch mit diesem besonderen Blütenstande werden wir uns noch weiter unten beschäftigen. Der Kolben kommt auch bei den Palmen vor, hier aber pflegt er nicht einfach, sondern häufig vielfach verzweigt zu sein, so dass er manchmal eine zusammengesetzte Inflorescenz bildet, deren einzelne Zweige allerdings einen eigentlichen Kolben bilden.

Dass man die Versenkung der Blüten in die Grübchen nicht als besondere Inflorescenz auffassen darf, geht daraus hervor, dass sie auch anderwärts, wo so etwas nicht vorkommt, hie und da bei einzelnen Arten in die Erscheinung tritt. So sind bei dem australischen Baume *Calothamnus microcarpa* F. M. die Blüten traubenförmig an den Zweigen angeordnet und schon in der ersten Jugend von der umgebenden Rinde umwachsen, so dass sie in besondere Grübchen hineingeraten. Die umgebende Rinde hat aber ein so bedeutendes Wachstum, dass sie zuletzt


Fig. 494. Spiranthes autumnalis, die Blütenähre infolge der Torsion gedreht. (Original.)

die ganze Blüte umfasst und einschliesst. Im zweiten Jahre bricht die Blüte die Rinde durch und tritt heraus. Diese Einrichtung hat offenbar den Blütenschutz zur Zeit der Ruheperiode zum Zweck. Die Vertiefungen oder Höhlungen an der verdickten Ährenachse, wo sich die Blüten verbergen, sind übrigens auch anderwärts für manche Gattungen charakteristisch. So erwähnen wir die Gramineen *Nardus*, *Psilurus*, *Lepturus*, *Pholiurus* oder die Verbenacee *Valerianodes*. Hier wird sogar die Blüte aussen von einer Braktee wie von einem Deckel geschützt.

Eine interessante Modifikation der Ähre finden wir bei unserer einheimischen Orchidee *Spiranthes autumnalis* (Fig. 494). Hier sind die Blüten in eine akropetale, lange Ähre (ursprünglich in $^2/_5$ Divergenz) gestellt. Jede Blüte wird durch ein Hochblatt gestützt. Die Achse der Ähre aber dreht sich unterhalb jeder Blüte von rechts nach links, wodurch die Blüte seitwärts gerückt wird. Weil dies so bei jeder Blüte stattfindet, so bilden alle Blüten in der Ähre eine 1—3mal ringsherum gehende Spirale, was der ganzen Ähre ein eigentümliches Aussehen verleiht. Diese Torsion ist hier keine Abnormität, sondern ein ständiges, specifisches Charaktermerkmal, respektive die Abnormität ist hier erblich geworden.

Die Blüten der Ähren entspringen regelmässig in der Brakteenachsel, immerhin sind auch Fälle bekannt, wo die Blüten durch das Längewachstum sich aus der Achsel derart verschieben, dass sie mit der breiten Basis der Ährenachse oberhalb der Achsel aufsitzen. Dies sehen wir öfter in der Familie *Myrtaceae* (Melaleuca radula Lndl., Leptospermum, Callistemon), in der Gattung *Wurmbea* und in der europäischen Flora bei der Campanulacee *Phyteuma spicatum*. Hoch aus der Achsel hinaufgeschobene Blüten kommen in der Ähre von *Tupistra* vor.

Eine entgegengesetzte Erscheinung, wo nämlich die Blüte sich aus der Brakteenachse auf die Stützbraktee verschiebt, stellt uns das Amentum der *Juglans regia* dar. Es ist aber interessant, dass zuweilen im August, wo dieser Baum zum zweitenmale blüht, indem er gerade, senkrechte Ähren entwickelt, die männlichen Blüten tatsächlich in der Brakteenachsel sitzen.

Wir glauben, dass es hier am Orte ist, von einer sonderbaren Inflorescenz, wie sie in der Familie der *Moraceen*, so z. B. bei den Gattungen *Dorstenia*, *Ficus* u. a. vorkommt, Erwähnung zu tun. Dieser Blütenstand wird gewöhnlich mit

dem Namen Blütenkuchen oder Receptaculum bezeichnet. In der Familie der *Moraceen* sind dichte, vielblütige Ähren und Köpfchen verbreitet (Morus, Broussonetia, Maclura, Chlorophora). Nun geschieht es, dass in den Köpfchen die Achse fleischig wird und dass mit derselben das Perigon der einzelnen Blüten teilweise zusammenwächst, so dass aus dem ganzen Köpfchen eine fleischige Kugel entsteht, in welche die Blüten ganz oder teilweise versenkt sind. Beispiele haben wir an den Gattungen: *Perebea*, *Artocarpus*,

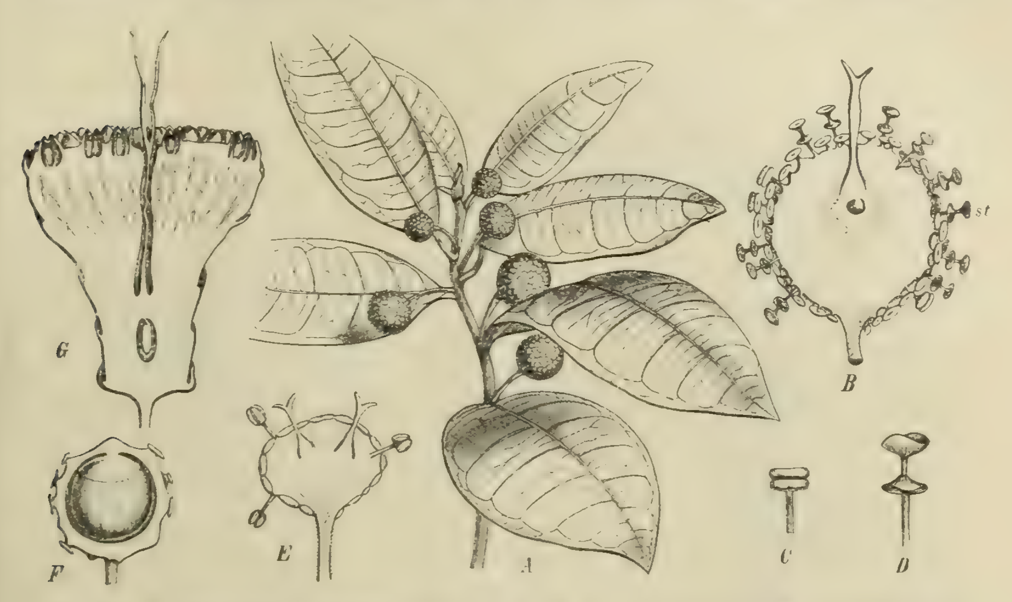


Fig. 495. A) **Brosimum discolor** Schtt., B, C, D) **Br. Alicastrum** Sw., B) Blütenstand, C, D) Staubblatt, E) Blütenstand, F) Frucht von **Br. Gaudichaudii** nach Trécul). **G) Lanessania turbinata** (nach Baillon).

Cudrania. Bei der Gattung *Brosimum* geht die Verwachsung so weit, dass das Köpfchen eine massive Kugel darstellt, an welcher von dem Perigon der einzelnen Blüten nichts zu bemerken ist, und aus welcher bloss einzelne Staubfäden herausragen, welche die einzelnen Blüten andeuten (denn in jeder männlichen Blüte ist lediglich 1 Staubgefäss vorhanden!) Tiefer in der Mitte der Kugel ist der einzige Fruchtknoten als Repräsentant der einzigen weiblichen Blüte eingesenkt (Fig. 495). So verwandelt sich das ganze Köpfchen in eine scheinbar einzige Blüte mit zahlreichen Staubgefässen und einem einzigen Fruchtknoten (also eine Analogie der Blüte). *Lanessania turbinata* (Fig. 495) ahmt diese Analogie der einfachen Blüte noch mehr dadurch nach, dass das ganze Köpfchen äusserlich von Schüppchen umgeben und dass es gegen das Ende zu allmählich verschmälert ist. Die männlichen Blüten haben hier noch ein teilweise freies Perigon

Die weitere Umwandlung in der Familie der *Moraceen* schreitet in der Weise vor (bei den Gattungen *Dorstenia*, *Antiaris*), dass das kugelige,

fleischige Köpfchen sich flach zu verbreitern beginnt, bis ein flacher, fleischiger Kuchen von mannigfaltiger (viereckiger, rundlicher oder auch lappiger, am Rande häufig häutig eingesäumter) Gestalt entsteht, in welchem eine grosse Menge kleiner Blüten (u. zw. die weiblichen gänzlich, so dass nur die Pistille und Narben hervorragen, die männlichen nur teilweise, da die Perigonblätter noch ziemlich frei sind, Fig. 495) eingesenkt sind. Diese sonderbare Inflorescenz heisst B l ü t e n k u c h e n und obzwar sie eine so abenteuerliche Form zeigt, so sehen wir dennoch, dass sie aus



Fig. 496. **Ficus Carica** L., Ästchen mit den Receptakeln, Durchschnitt eines Receptakels, eine vergr. weibl. Blüte. (Nach Baillon.)

dem Köpfchen der übrigen Moraceen durch bedeutende Erweiterung der Köpfchenachse entstanden ist.

Die Transformation des Blütenkuchens der Gattung *Dorstenia* geht nun noch weiter bei der Gattung *Ficus* (Fig. 496). Hier beginnt der Kuchen sich zu vertiefen, während dessen Ränder sich erhöhen, bis sie oben zusammentreffen und so eine kleine Öffnung in die grosse Höhlung des fleischigen, kugeligen oder birnförmigen, mehr oder weniger langen R e c e p t a c u l u m s bilden. Dieses Receptaculum trägt an der Basis einige Schuppen und eine grosse Anzahl von Schüppchen in der Mündung. Alle diese Schuppen und Schüppchen gehören der ährenförmigen, ursprünglichen Achse an. Die kleinen männlichen und weiblichen Blüten mit unbe-

deutendem Perigon sind dicht an den inneren Wänden in der Höhlung des Receptaculums eingefügt.*)

Zur Reifezeit wird das ganze Receptaculum fleischig, indem es sich in eine beerenartige Frucht umwandelt, in deren Fleisch die kleinen Schliessfrüchte als Steinkernchen eingebettet sind (die bekannten »Feigen«).

Wenn wir nun in der Beobachtung, woraus das Receptaculum der Gattung *Ficus* entstanden ist, zurückgehen, so sehen wir, dass da faktisch nur ein Köpfchen oder eine Ähre, welche infolge ihres eigentümlichen Achsenwuchses sich so verwandelt hat, vorhanden ist.

3. Die Dolde (umbella).

Wenn die Achse der Traube sich auf ein Minimum verkürzt so, dass alle Blütenstiele fast aus demselben Punkte entspringen, so entsteht eine Dolde (Fig. 3). Die Dolde ist also wieder nur eine Modifikation der Traube, obgleich sie bei einigen Familien (den Umbelliferen, Araliaceen, Primulaceen) eine regelmässige Erscheinung ist. Äusserlich werden die einzelnen Blütenstiele durch Hochblätter unterstützt (Primula officinalis) und halten dieselben auch die Stellung der genetischen Spirale ein. Aber in der Familie der Umbelliferen können wir beobachten, wie die inneren Blütenstiele allmählich die Hochblätter verlieren und nur die äusseren unterhalb der Blütenstiele erhalten bleiben, indem sie die sogenannten Involucra und Involucella bilden. Es gibt aber auch Gattungen, wo überhaupt alle Hochblätter dem Abortus verfallen (*Anethum, Lomatium*). Bei den Gattungen *Astrantia* und *Hacquetia* dagegen vergrössern und färben sie sich korollinisch, indem sie derart die wirkliche Krone nachahmen. Bei vielen *Aralien* (A. Sieboldi) sind sie zwar sämtlich entwickelt, aber zur Blütezeit fallen sie insgesamt ab. Dass sie unterhalb der Dolden der Gattung *Coronilla* und deren Verwandten (S. 792) zu häutigen Manschetten verwachsen, wurde schon auseinandergesetzt.

Was den Abschluss der Dolde anbelangt, so gelten da dieselben Regeln, wie bei der Traube: entweder verkümmern in der Dolde die letzten Blüten und abortiert der Achsenscheitel, oder es entwickelt sich eine Terminalblüte. Diese Blüte ist bei einigen Umbelliferen besonders ausgebildet und anders (violett) gefärbt, so z. B. bei *Daucus*, *Artedia*. Es geschieht auch, dass die Endblüte weiblich ist und die übrigen männlich (*Echinophora*). Selten wann bleibt die Dolde einfach (*Astrantia*), gewöhnlich verzweigen sich die Strahlen der Dolde abermals doldenförmig, wodurch zusammengesetzte Dolden entstehen, wie dieselben in der Fam. der Umbelliferen (Fig. 497) allgemein vorkommen. Sie können aber auch

---

*) Über den Befruchtungsvorgang, der bei den, in diesen Receptakeln eingeschlossenen Blüten stattfindet, siehe Englers »Familien« oder die spezielle Literatur.

rispenförmige Inflorescenzen darstellen, wie dies bei den *Araliaceen* der Fall ist. Eine bewunderungswürdige Kombination finden wir bei der amerikanischen *Oregonia linearifolia* S. Wts., welche die Dolden in eine Wickel angeordnet hat, was dadurch entstand, dass ein Strahl der Dolde sich neuerdings in eine zusammengesetzte Dolde verwandelt und verlängert hat, was sich noch weiterhin wiederholen kann (siehe hierüber die schöne Arbeit Domins).

Fig. 497. **Chaerophyllum Tainturieri Hook.** Stiellose Dolden dem Sympodium aufsitzend. (Original.)

Aber noch andere Modifikationen kommen in der Familie der Umbelliferen allein vor. So geschieht es häufig, dass die Dolden zwar am Stengel eine terminale Stellung einnehmen, aber durch den aufwachsenden Achselzweig seitwärts gedrückt werden, so dass er dann scheinbar an der Seite des Sympodiums und extraaxillar sitzt. Wenn der Stiel der zusammengesetzten Dolde in einem solchen Falle auf Null reduziert wird, so erhalten wir das Bild Fig. 497, wo dem Blatte (*b*, *c*) gegenüber 2—3 Strahlen an gemeinsamem Zweige (Sympodium *o*, *o'*, *o''*) zum Vorschein gelangen. Dieser Fall erinnert an die vorhin beschriebene Rispe der Avena sativa. Nur die letzte Dolde bildet den Abschluss des letzten Gliedes (*o''*).

Noch eine Modifikation ist erwähnungswert. Einige Arten der Gattung *Hydrocotyle* tragen an längeren Stielen einfache Dolden, aber manche Stiele verlängern sich bedeutend und verzweigen sich abermals doldenförmig, so dass das sonderbare Bild Fig. 498 entsteht.

Oder diese Modifikation: Die Umbellifere *Petagnia saniculifolia* (Sizilien) hat zwar die Blüten auch doldenförmig angeordnet, aber je zwei Strahlen wachsen immer zu einer neuen Dolde auf (Fig. 595 a), was sich bis zum dritten Grade wiederholt. Die Dolde wird hier durch eine weibliche Blüte abgeschlossen, welcher 2—3 männliche Blüten mit ihren Stielen anwachsen. Dieses Anwachsen der Blütenstiele an den unterständigen Fruchtknoten (Receptaculum) ist dem bei der schon oben genannten Gattung *Gongylocarpus* ähnlich.



Fig. 498. **Hydrocotyle umbellata** L., der Blütenstand (Original.)

Die Anzahl der Blüten in der Dolde oder der Strahlen in der zusammengesetzten Dolde ist je nach den Arten sehr verschieden. Manchmal erreicht sie eine bedeutende Höhe (Angelica), manchmal sinkt sie auf 2—3 herab. So hat *Caucalis daucoides* immer eine dreistrahlige, *Helosciadium inundatum* stets eine zweistrahlige, zusammengesetzte Dolde.

4. Das Köpfchen (capitulum).

Das Köpfchen (Fig. 4) entsteht aus der Traube, wenn sich die Achse der Traube bedeutend verkürzt und die Blüten derselben stiellos aufsitzen. Die Achse des Köpfchens bleibt selten unverdickt (Trifolium), am häufigsten verdickt sie sich mehr oder weniger kugel- oder halbkugelförmig, indem sie einen eigenen Boden bildet, an welchem die Blüten in dichten Parastichen eingefügt sind (Dipsacus, Helianthus, Bellis). Äusserlich bilden die Hochblätter eine Hülle oder ein Involucrum in mannigfaltiger Zusammensetzung. Innen sind die Hochblätter häufig zu häutigen Spelzen umgewandelt, welche den einzelnen Blüten als Stütze dienen.

Die Köpfchen sind in der Pflanzenwelt sehr verbreitet, ja man kann sagen, dass sie in keiner grösseren Familie fehlen. Einige derselben sind durch Köpfchen überhaupt charakterisiert, so die *Compositen*, *Dipsaceen* u. a. In manchen Familien, wo cymöse Inflorescenzen häufig vorkommen, muss aber gut acht gegeben werden, was für einen Ursprung das Köpfchen hat, denn manche Köpfchen entstanden durch Zusammenziehung und Verkürzung der Cymenzweige. Das Resultat eines solchen cymösen Köpfchens ist allerdings dem eines racemösen Köpfchens sehr ähnlich, nur die Aufblühfolge und Entwicklung der Blüten, manchmal auch deren Stellung pflegt anders zu sein. So finden wir häufig in der Familie der *Rubiaceen* (bei Nauclea, Cephalanthus, Sarcocephalus u. a.) Köpfchen, deren Ursprung bisher morphologisch noch nicht gut aufgeklärt ist. Bei der

Gattung *Mitragyne* befindet sich rings um eine jede Blüte eine grosse Menge von Schuppen, deren Bedeutung ich nicht imstande war zu begreifen. In dergleichen Fällen könnten Abnormitäten wertvolle Dienste leisten.

Als höherer Grad der Transformation von Köpfchen können jene Fälle angesehen werden, wo die Blüten im Köpfchen gänzlich zusammenwachsen, indem sie eine einheitliche, häufig kugelförmige Kolonie bilden (Meryta macrocarpa Baill. unter den Araliaceen, Sarcocephalus unter den Rubiaceen, Pandanus u. a.).

Auch verschiedene Modifikationen des Köpfchens kann man anführen: *Schradera capitata* (Rubiac.) hat unterhalb des Köpfchens ein becherförmiges Involucrum, welches aus Nebenblättern entstanden ist; die Köpfchen von *Sparganium* wachsen der Mutterachse an, indem sie eine Ähre bilden (Fig. 382), was bei der Gattung *Typha* so weit geht, dass sie sämtlich zu einem walzenförmigen, vielblütigen Kolben zusammenfliessen.

Eine grosse und wichtige Rolle in biologischer und morphologischer Beziehung spielt das Köpfchen in der Familie der *Compositen*, wovon wir noch weiter unten eingehender handeln werden. Diese Köpfchen unterliegen bezüglich der Grösse und Form unendlichen Abänderungen; wir haben hier die fast fussbreiten, scheibenförmigen Blütenköpfe der Sonnenblume bis zu den bloss 1 mm grossen Köpfchen bei einigen Arten von Artemisia. Die Involucra haben alle möglichen Zusammensetzungen, sie können sogar in Röhren- oder Becherform verwachsen (Tagetes). Auch die Zahl der Blüten im Köpfchen ist mannigfaltig, es gibt solche mit unendlich vielen Blüten und wieder andere mit bloss einigen oder gar nur 1—2 Blüten, welche dann eigentlich schon kein Köpfchen, sondern nur ein Büschelchen von einigen Blüten darstellen. Die südafrikanische *Stoebe cinerea* Thnbg. besitzt kleine Köpfchen, die nur eine rote, röhrige Blüte enthalten und aussen von einem krautigen Blättcheninvolucrum, innen von zahlreichen strohgelben Brakteen eingehüllt sind.

Allgemein wird angenommen, dass die Köpfchen der Compositen sämtlich racemösen Ursprungs seien. Das ist zwar eine, für fast alle Gattungen dieser riesigen Familie richtige Ansicht, allein es gibt dennoch Ausnahmen von dieser Regel, wo wir deutlich nachweisen können, dass die Zusammensetzung der Compositeninflorescenz nach cymösem Typus aufgebaut ist. Als Beispiele führen wir die Gattungen *Ambrosia*, *Elvira*, *Xanthium* an.

Die männlichen Blüten der Gattung *Ambrosia* bilden zwar auch scheinbar scheibenförmige Köpfchen, aber bald kommen wir zu der Erkenntnis, dass hier kein fleischiger, dicker Boden, an welchem die Involucralblätter sitzen und in welchen die Blüten eingefügt sind, entwickelt ist, sondern dass hier alle Blüten aus e i n e m P u n k t e des manschettenförmigen Involucrums entspringen. Ausserdem erfolgt die Entwicklung und das Aufblühen der Blüten in unregelmässiger Weise, etwa so, dass

rings um eine ältere Blüte sich immer einige jüngere anhäufen. Daraus schliesse ich, dass hier das vermeintliche Köpfchen ein zusammengezogenes, verzweigtes Dichasium ist, wie es eben in der weiblichen Inflorescenz vorkommt.

Ein weiteres, interessantes Beispiel bietet uns die einjährige, amerikanische Pflanze *Elvira biflora*, über deren Inflorescenz ich im J. 1888 eine Abhandlung veröffentlicht habe. Der Blütenstand dieser Pflanze bietet zugleich einen Beleg dafür, welchen Variationen die Anordnung der Blüten

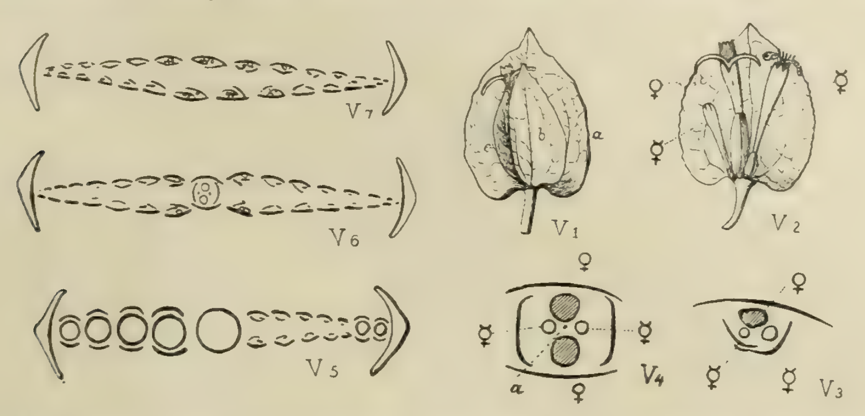


Fig. 499. **Elvira biflora**, 1) dreiblütige Inflorescenz, a, b, c) Hüllblättchen, 2) nach Wegnahme der b) c) 3) hiezu Diagramm, 4) Terminalblütenstand, mit 4 Blüten, a) abortierte Blüte; 5) ein Zweig mit 2 Blättern, in deren Achsel links Serialsprosse, rechts 2 Reihen von Blüten u. 2 Sprosse hervorkommen; 6, 7) Serialblütenstände. (Nach Velen.).

in einer und derselben Familie, selbst in einer so natürlichen, wie es eben die Compositen sind, unterliegen kann.

Statt des Köpfchens haben wir hier ein herzförmiges, grünes Hochblatt, hinter welchem noch zwei kleinere stehen (Fig. 499). Zwischen diesen 3 Hochblättern befinden sich 3 Blütchen, ein weibliches, zungenförmiges und zwei zwitterige Röhrenblüten; aber nur die erste wird fruchtbar. Diese 3 Blüten nehmen eine wickelförmige Stellung ein, wie das Diagramm zeigt. Die dreiblütigen Inflorescenzen sitzen an längeren Stielen und setzen in der Achsel der Blätter am Stengel zwei seriale Reihen, welche in die Achseln hinabsteigen und häufig einigermassen auf den Blattstiel (*V 5*) verschoben sind, zusammen. Manchmal schliesst der Zweig selbst mit einer Inflorescenz ab, welche dann aus zwei serialen Reihen (*V 7*) besteht. Inmitten dieser eigenartigen Inflorescenz steht eine aus 4 Blüten (*V 6*) bestehende, welch' letztere abermals eine cymöse Anordnung zeigt, wie in der Fig. *V 4* angedeutet ist. Hier muss noch die mittlere, verkümmerte Blüte (*a*) ergänzt werden.

Eine noch merkwürdigere Inflorescenz aber finden wir bei der Gattung *Xanthium*, deren Species *X. spinosum* ich an einem grossen lebenden Material sorgfältig untersucht habe.

An den Stengeln (Fig. 500) seitwärts des Blattstiels sehen wir zwei steife, dreiteilige Dornen. Schon aus der Lage derselben können wir den Schluss ziehen, dass sie wohl schwerlich dem Blatte als Nebenblätter angehören, da sie bedeutend in die Achsel hineingerückt sind Dort, wo an der Seite des Achselzweigs der weibliche Blütenstand entwickelt ist, gibt es keinen Dorn. Hieraus geht hervor, dass die Dornen die weibliche Inflorescenz vertreten und umgekehrt. Durch weitere Vergleichung gelangen wir zu der Überzeugung, dass der dreiteilige Dorn ein umgewandeltes transversales Hochblatt α oder β ist und ebenso die mit ihm zusammenhängenden Hochblätter α', β'. Demzufolge ist der genannte Dorn als umgewandelter Seitenzweig mit verdornten α + α' + β' (an der anderen Seite β + α' + β') anzusehen.

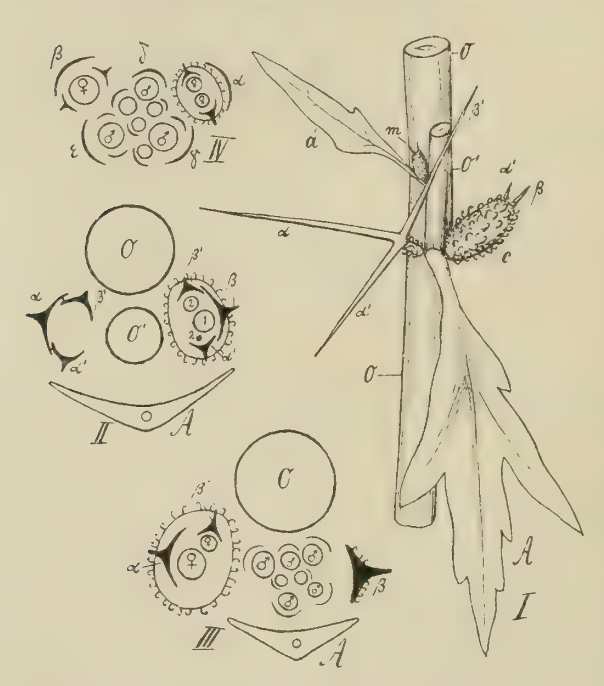


Fig. 500. **Xanthium spinosum.** I) Stengelpartie mit dem Blatte (A), dem dreiteiligen Dorne (α, α', β'), dem Achselzweige (o') u. dem Receptaculum (c). II) Hiezu Diagramm. III) Diagramm eines terminalen, männl. Blütenstandes, mit einem weibl. Receptaculum an der Basis. IV) Männl. Blütenstand, dessen erste Braktee (α) ein 2blütiges, zweite Braktee (β) ein 1blütiges Receptaculum trägt. (Original.)

Die weibliche Inflorescenz besteht aus zwei Blüten, welche äusserlich von einem harten, elipsoidischen, aussen mit unregelmässig gestellten Haken besetzten Receptakulum umgeben sind. Am Ende des Involucrums sehen wir aber zwei starke, gerade Dornen (manchmal 3—4), welche sich von den übrigen beträchtlich unterscheiden. Einer von ihnen nimmt stets eine transversale Stellung (β) ein, der zweite, kleinere steht ihm gegenüber, aber ein wenig seitwärts (α'). In der Achsel eines jeden von ihnen sitzt der nackte Fruchtknoten, dessen zwei dünne Narben durch eine Öffnung unterhalb des Stachels herausragen. Weil nämlich das Involucrum selbst die Hüllfunktion der Krone übernommen hat, so gelangte am Fruchtknoten überhaupt keine Krone zur Entwicklung (Fig. 500 a).

Wir müssen also annehmen, dass in der Achsel des Dornes β sich die weibliche Blüte (1) entwickelt hat, welche ihre transversalen Vorblätter

α', β' trägt, dass aber nur in der Achsel eines derselben (β') sich eine weitere Blüte entwickelte, während die zweite (2) in der Achsel (α') gänzlich abortierte (II). Nun verwachsen beide Vorblätter (β, β'), indem sie 2 Höhlungen bilden, in denen je eine Blüte (Fig. 500 a) sitzt. Infolgedessen sind die geraden Stacheln am Ende des Involucrums von Phyllomnatur, die anderen, hakenförmigen aber haben Trichomcharakter, wie Baillon (S. 730) gut bemerkt. Bei den anderen Arten der Gattung *Xanthium* können allerdings noch andere Modifikationen stattfinden, aber im wesentlichen ist die Sache auch dort die gleiche.

Dass unsere Darlegung richtig ist, wird ausser den bereits angeführten Fakten noch durch nachstehende Umstände bestätigt:

1. Man findet häufig an den Seitenzweigen bloss eine männliche Terminalinflorescenz (*III*), welche an einer Seite einen einfachen Dorn (β) trägt, welcher an der Basis mit hakigen Stacheln besetzt ist. Auf der anderen Seite der männlichen Inflorescenz steht aber das weibliche Receptaculum, welches wie gewöhnlich 2 gerade Dornen (α, β') trägt. Hier sehen wir also deutlich, dass in der Achsel des Dorns β überhaupt keine Blüte sich entwickelt hat, weshalb der Dorn einfach blieb.

2. An der Basis des dreiteiligen Dorns befinden sich häufig mehrere hakenförmige Stacheln. Da diese 3 Dornen selbst umgewandelten Phyllomen entsprechen, so ist es unmöglich, dass sie selbst noch umgewandelte Phyllome tragen könnten (II).

3. Dass die Dornen (α, β) umgewandelte Vorblätter sind, geht auch aus der männlichen Inflorescenz, wo die, die männlichen Blüten stützenden Schuppen ebenfalls zu dergleichen Dornen verlängert zu sein pflegen, hervor.

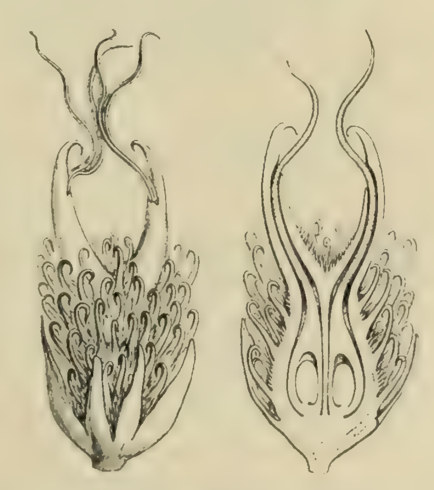


Fig. 500a. **Xanthium orientale**, weibl. Köpfchen mit 2 Blüten. (Nach Baillon.)

4. An dem Axillarzweig (*o'*, Fig. I) trägt das erste Blatt (*a*) niemals Dornen, dafür aber in seiner Achsel ein weibliches Involucrum (manchmal 2). An diesem stehen dann die Terminaldornen transversal. Hier gelangte also die terminale Axillarblüte zur Abortierung und in der Achsel ihrer Vorblätter α, β entwickelten sich zwei Blüten. Wenn 2 Involucra vorhanden sind, so abortierte die Terminalknospe (in der Mediane) und in der Achsel α, β bildeten sich 2 Involucra.

5. Am Ende der grossen Hauptzweige finden wir die Köpfchen der männlichen Inflorescenz (IV), welche in spiraler Anordnung die einzelnen

männlichen Blüten in der Achsel der kleinen Brakteen (α, β, γ, δ, ε) trägt. Die äusseren (ersten) Blüten haben aber in der Regel an ihrer Basis die transversalen α', β' — manchmal nur ein α'. Häufig ist in der Achsel beider (α', β') oder eines von ihnen noch eine männliche Seitenblüte entwickelt, wodurch gleichzeitig unsere Ansicht bestätigt wird, dass die Blüten der Gattung Xanthium überhaupt dichasiale Gruppen bilden. Und da geschieht es manchmal, dass hinter den ersten Brakteen (α, β, γ) ein weibliches, zweiblütiges oder auch ein nur einblütiges Involucrum sich entwickelt,



Fig. 501. **Angianthus myosuroides**, Inflorescenz; a) Stützbrakteen an der Blütenähre, o) Ährenachse, α, β) Vorblätter, 1, 2) Blüten. (Original.)

dessen beide Dornen sich bis herunter zu flachen, winzigen Vorblättchen (α', β') verbreitern.

6. Abnorme Fälle, wo das weibliche Involucrum seitwärts des Zweiges *o'* mehr oder weniger abortiert und dann an der Basis des einfachen Dorns (β) als kleiner Höcker sitzt.

Aus dieser ganzen Analyse ist ersichtlich, welche Transformation die ursprünglich racemöse Inflorescenz der Compositen bei der Gattung Xanthium durchgemacht hat und wie nur die vergleichende Methode komplizierte morphologische Fälle lösen kann.

Aber auch anderwärts begegnen wir in der Familie der *Compositen* merkwürdigen Metamorphosen der Köpfcheninflorescenz. Wir wollen hier noch ein Beispiel aus der australischen Flora anführen. Es ist dies das einjährige, ziemlich unbedeutende Pflänzchen *Angianthus myosuroides* Bth. (Fig. 501) aus der Verwandtschaft der Inuleen. Die Zweige dieser Pflanze tragen walzenförmige Ährchen, welche aus häutigen, spiralig gestellten Brakteen (*a*) zusammengesetzt sind, in deren Achsel in der unteren Partie des Ährchens 2 Blüten, in der oberen aber nur 1 Blüte sitzt. Seitwärts von den Blüten stehen 2 durchsichtige, häutige Vorblätter (α, β). Diese 2 Blüten stellen uns eigentlich ein, äusserlich von zwei Vorblättern einge-

hülltes Köpfchen der Compositen vor. Es verwandelt sich also hier der zusammengesetzte Köpfchenblütenstand in eine einfache Ähre. Von beiden Blüten ist immer die eine älter, die andere jünger. Bei anderen Arten der Gattung *Angianthus* sind mehrere Blüten und mehrere Vorblätter entwickelt, wodurch allmählich ein wahres Köpfchen zum Vorschein zu gelangen beginnt. Der Habitus von *Ang. myosuroides* erinnert infolge der beschriebenen Verhältnisse eher an irgend eine Chenopodiacee als an eine Composite.

Die Köpfchen der Compositen setzen selbst als einfache Blüten in höherem Grade zusammengesetzte Inflorescenzen zusammen. Wir müssten hier vielleicht alle Inflorescenzformen nennen, wenn wir die Kombinationen der Compositenblütenstände erschöpfen wollten. Das Köpfchen verhält sich hier, kurz gesagt, ebenso, wie die einfache Blüte. Unter diesen Inflorescenzen ist die Kombination der Köpfchen zu solchen zweiten Grades die interessanteste. So sind bei *Sphaeranthus africanus* L. die grossen Köpfchen kugelig mit einem dicken, kugelförmigen Boden, an welchem dicht eine Menge von mehrblütigen Köpfchen sitzt. Bei einigen Arten der Gattung *Angianthus* und der Gruppe *Lychnophorinae* ist ein Involucrum unter dem Köpfchen zweiten Grades entwickelt. Eine eigenartige Form haben dergleichen Köpfchen in der Gattung *Echinops*, wovon zahlreiche Arten Bewohner des Orients und eine Art auch bei uns heimisch ist, angenommen. Die Pflanzen sind stattlich, distelähnlich und haben einen aufrechten, beblätterten Stengel, welcher ebenso wie die Zweige mit einem vollkommen kugeligen, grossen Köpfchen von bläulicher Farbe endet. Der Boden dieses Köpfchens ist kugelig und mit dichten, vertieften, spreublattlosen Felderchen versehen, in welche die dicht nebeneinander stehenden Köpfchen ersten Grades inseriert sind. Nur an der Basis des Bodens kann man die borstenförmig zerschlitzten Hochblätter, welche heruntergebogen sind und eine Art von Involucrum vorstellen, bemerken. Die Köpfchen ersten Grades enthalten eine einzige Blüte, welche äusserlich von einer grossen Menge stachelspitziger und ganz von aussen an der Basis in dünne Borsten umgewandelter Schuppen, welche das Involucrum vorstellen, umgeben ist. Diese Köpfchen sitzen mittels eines dicken Aufsatzes auf dem kugelförmigen Boden ersten Grades. Ob hier die einzelne Blüte als eine Terminalblüte an der Köpfchenachse oder ob sie mit Rücksicht auf den abortierten Scheitel der Köpfchenachse als Seitenblüte aufzufassen sei — ist bisher nicht genügend ermittelt worden. Interessant ist es, dass das ganze Köpfchen vom Scheitel nach der Basis zu aufblüht.

Was die Evolution anbelangt, so ist es bemerkenswert, dass bei den Compositen das Bestreben, Köpfchen zu bilden, tatsächlich eine incorporierte, erbliche Eigenschaft ist, welche sich auch dann realisiert, wenn selbst die Köpfchen ersten Grades schon entwickelt sind.

5. Die Schirmtraube (corymbus).

Die Schirmtraube ist eine nur unbedeutende Modifikation der Traube, denn sie entsteht aus der letzteren, wenn sich die unteren Blütenstiele derart verlängern, dass die unteren Blüten mit den oberen in einer Ebene sich befinden (Fig. 5). Viele Trauben der *Cruciferen* sind in der Jugend Schirmtrauben, im Alter verlängerte Trauben; nur bei der Gattung *Iberis* haben sie auch im vorgeschritteneren Altersstadium die Gestalt von Schirmtrauben. Beispiele von einfachen und zusammengesetzten Schirmtrauben haben wir allenthalben hinreichend (siehe z. B. Chrysanthemum corymbosum). Die zusammengesetzte Schirmtraube hat die unteren Blütenstiele abermals in ähnlicher Weise verlängert.

Als eine besondere Inflorescenz unterscheidet Čelakovský die Schirmrispe (corymbothyrsus), welche ebenfalls die (aber in höherem Grade) zusammengesetzte Schirmtraube vorstellt, deren Zweige, je nach dem Grade, immer weniger sich verzweigen (ganz wie bei der Rispe). Es ist dies so wie eine Rispe, deren Blüten in einer Ebene stehen. Da wir es für unmöglich halten, die Rispe als eigene Inflorescenz anzuerkennen, so betrachten wir auch die Schirmrispe nur als mehrfach zusammengesetzte Schirmtraube.

6. Die mehrarmige Trugdolde (pleiochasium).

Mit dieser Inflorescenz (Fig. 7) treten wir an einen Typus heran, welcher allgemein cymös genannt wird, zum Unterschiede von allen vorangeführten, racemösen. Die Cyme (Trugdolde) ist im allgemeinen dadurch charakterisiert, dass die erste Achse durch eine Blüte abgeschlossen wird, über welche die Seitenachsen hoch hinauswachsen. Nach der Zahl und Lage der höher hinaufwachsenden Seitenachsen wird sodann eine mehrarmige Cyme, das Dichasium etc. unterschieden.

Wenn wir die cymöse Inflorescenz näher in Erwägung ziehen, so gelangen wir zu der Erkenntnis, dass auch dieser Blütenstand nur sehr schwach charakterisiert ist und dass wir in manchen Fällen keine Sicherheit erlangen können, ob wir einen cymösen oder einen racemösen Typus vor uns haben. Oben sagten wir, dass viele Dolden eine Terminalblüte tragen; nun, wenn diese Blüte etwas kürzer ist, als die benachbarten Blütenstiele, so entsteht aus derselben eine mehrarmige Trugdolde. Tatsächlich lassen sich die Dolden mit einer Endblüte von den mehrarmigen Cymen nicht gut unterscheiden.

Der Hauptcharakter der mehrarmigen Cyme liegt darin, dass aus der, die Terminalblüte tragenden Achse mehrere, einander genäherte Seitenachsen herauswachsen, welche endlich einen längeren Wuchs erlangen

als die Endblüte. Wie sehr jedoch jene Seitenachsen einander genähert sein sollen, lässt sich nicht streng bestimmen, weil in der Natur alle möglichen Abstufungen vorhanden sind. Wenn sie sich weiter von einander entfernen und die Übergipfelung nicht besonders hervortritt, so übergeht die mehrarmige Cyme in eine Schirmtraube. Die beiden letztgenannten Inflorescenzen lassen sich nicht in allen Fällen richtig unterscheiden. Dies gilt auch für jene Fälle, wo sie zusammengesetzt sind. In der Literatur findet man genug Belege dafür, dass in dieser Beziehung häufig die subjektive Ansicht entscheidend ist. So nennt z. B. Pax die Inflorescenz von Sambucus nigra und Viburnum Lantana »Doldenrispe«, Čelakovský »zusammengesetzte Trugdolde« und ich bin geneigt, sie eher als »zusammengesetzte Schirmtraube« anzusehen.

Gleicherweise haben wir keine Klarheit darüber, wie wir die sogenannte Spirre (anthela) von der mehrarmigen Trugdolde (Cyme) unterscheiden sollen. Die Spirre entsteht aus der letzteren, wenn die Seitenzweige nicht genug genähert sind. Als Beispiele werden *Luzula albida*, *L. pilosa, Scirpus silvaticus* u. a. angeführt. Allein gerade in diesen Fällen sehe ich, dass die Seitenzweige sehr nahe aneinander stehen und kann daher nicht begreifen, welcher Unterschied von dem Blütenstande der *Euphorbia Esula* (welcher als mehrarmige Trugdolde, deren Arme dann in ein Dichasium übergehen, angesehen wird) vorhanden sein soll. Unserer Meinung nach fällt also der Begriff der Spirre und der mehrarmigen Trugdolde (Cyme) zusammen.

Viel prägnanter sind die Charaktermerkmale der nachfolgenden Inflorescenzen ausgeprägt.

Der mehrarmigen Trugdolden mit verschiedenen Varianten gibt es im Pflanzenreiche allenthalben genug. Dass sie auch mannigfaltig kompliziert sein können, beweisen uns nachstehende Fälle aus der Familie der Nyctaginaceen und Molluginaceen. Die Gattung *Boerhavia* (Fig. 502) hat anscheinend eine dichasiale Inflorescenz, nur mit der Modifikation, dass statt der mittleren Blüte ein verlängerter Zweig vorhanden ist, welcher von einer Endblüte (*o'*) und noch einigen blütentragenden kleinen Zweigen abgeschlossen ist.

Im Detail verhält sich die Sache folgendermassen: Der Zweig oder Stengel *o'* schliesst mit der Blüte *o'* ab und trägt in der $^2/_5$ Stellung die Hochblätter *a*, *b*. *c*, *d*, *e*. Die ersten 2—3 sind bei einigen Arten zu grünen Blättern umgewandelt und stets genähert, so dass sie gegenständig zu sein scheinen. In der Achsel dieser ersten Hochblätter entspringen neue, verlängerte Zweige, welche sogar den Zweig (*o'*) übergipfeln. Sie sind aber ungleich lang. An ihnen wiederholt sich dieselbe Verzweigung. Da die Hochblätter *a*, *b* nicht gegenständig sind, sondern zu der Reihe der weiteren Hochblätter *c*. *d*, *e* gehören, so sind auch die Zweige o^2 nicht gegenständig, sondern schliessen dieselben miteinander den Winkel $^2/_5$



Fig. 502. Cymöser Blütenstand von **Boerhavia sp.** (I) und von **Pharnaceum sp.** (II) mit erläuternden Diagrammen. (Original.)

und nehmen sie mit der Blütenachse *o'* eine Stellung ein, wie dieselbe auf dem Diagramm (Fig. 502) angedeutet ist. Wir haben also hier im wesentlichen ein Pleiochasium, bei dem aber nur die ersten 2—3 Zweige mehr oder weniger verlängert oder genähert sind.

Demselben Inflorescenztypus reiht sich auch das Beispiel bei der Gattung *Pharnaceum* (Fig. 502) an. Die Pflanzen dieser Gattung sind mehrfach gabelig verzweigt und haben ihre Blüten an den Zweigen in Büscheln gehäuft. Diese Büschel sind an den Seitenzweigen von oben durch drei grüne, lineale Blätter gestützt, während wir von unten bloss kleine, schuppenförmige Brakteen bemerken, in deren Achsel fortschreitend Blüten entspringen. Diese Brakteen bilden mit den drei grünen Blättern eine zusammenhängende Reihenfolge, wie auf dem Diagramm angedeutet ist: *a*, *b*, *c*, *d*, *e*. Also nur die ersten in dieser Reihe sind als grüne Blätter entwickelt. Alle aber sitzen an der Achse *o'*, welche von einer Endblüte *o'* abgeschlossen ist. Nun entspringt aus der Achsel des ersten Blatts *a* ein neuer, verlängerter Zweig o^2, welcher ebenfalls mit einer Terminalblüte o^2 abschliesst und einen neuen Cyklus von Blättern und Brakteen trägt. Weil sich aber der Zweig o^2 in die Richtung des Mutterzweigs *o'* stellt, so entsteht ein zusammenhängendes, dorsiventrales Sympodium, welches an der oberen Seite stets grüne Blätter und an der unteren Blütenbüschel trägt. Die Blüten in diesen Büscheln entwickeln sich und gelangen zum Aufblühen in der natürlichen Reihenfolge.

An den älteren Stengelpartien entwickeln sich 2 Zweige aus der Achsel der zwei ersten grünen Blätter und pflegen auch mehr als 3 grüne Blätter ausgebildet zu sein. Diese merkwürdige Inflorescenz ist also im

wesentlichen auch ein, eine Terminalblüte tragendes Pleiochasium mit zahlreichen Seitenblüten und 1—3 verlängerten Seitenzweigen.

7. Das Trichasium.

Das Trichasium entsteht aus einer mehrarmigen Cyme dadurch, dass regelmässig aus der Achsel von 3, im Wirtel stehender Phyllome (Brakteen) lange Zweige entspringen, welche die Terminalblüte bedeutend übergipfeln und sich neuerdings auf ähnliche Weise verzweigen. Diesen Inflorescenztypus führen wir hier zuerst ein, denn bisher wurde er von den Autoren nicht unterschieden, wahrscheinlich deshalb, weil er in der Pflanzenwelt verhältnismässig selten vorkommt. Unterscheiden müssen wir ihn aber, wenn wir auch das Dichasium als besonderen Typus anführen wollen. Das Trichasium ist dem Dichasium in jeder Beziehung gleich, nur mit dem Unterschiede, dass statt zweier Hochblätter drei in jedem Wirtel stehen. Und wie aus dem Dichasium eine Reihe von Typen abgeleitet wird: die Sichel, die Wickel, das Fächel und die Schraubel, so kann auch aus dem Trichasium eine ähnliche Reihe abgeleitet werden und existiert dieselbe in der Natur tatsächlich.

Schöne Beispiele von Trichasien und ihren Modifikationen finden wir bei der Gattung *Eriogonum* in der Familie der Polygonaceen (Fig. 503). Die zahlreichen, krautigen Arten dieser (amerikanischen) Gattung haben ihre Blätter insgesamt in dreizählige Wirtel gestellt. Die Stengel verzweigen sich in reichblütige Inflorescenzen. Die kleinen Blüten bilden dichte Büschel, welche von aussen von einer becherförmigen, aus drei zusammengewachsenen Brakteen bestehenden Hülle umfasst werden, so dass das Ganze eine einzige Blüte auf die Art wie das Cyathium der Gattung Euphorbia darstellt. Diese »Blüten« setzen dann verzweigte Inflorescenzen zusammen. Alle Zweige und Stengel schliessen mit einer ähnlichen »Blüte« ab und tragen drei zu einer dreizipfligen Manschette zusammengewachsene Brakteen. Aus der Achsel dieser drei Brakteen entspringen dann drei lange Seitenzweige, welche sich abermals in ähnlicher Weise verzweigen, was sich noch einmal wiederholen kann. Aber häufiger geschieht es, dass die letzten Zweige nur 2 Gabeln tragen, nachdem die dritte der Verkümmerung unterlag (E. microthecum Nutt.). Es sind dies also keine Dichasien, da unter den Gabeln drei Brakteen stehen.

Bei anderen Arten finden wir noch andere Varianten. Beispielsweise führen wir nur *E. vimineum* Dougl. (Fig. 503) an. Hier stellt der Hauptstengel zuerst ein vollkommen entwickeltes Trichasium vor; die Zweige desselben teilen sich aber bloss in zwei Arme, was sich noch zwei- bis dreimal wiederholt. Die letzten Arme sind schliesslich einfach und tragen in regelmässigen Abständen dreizählige Brakteenwirtel und eine

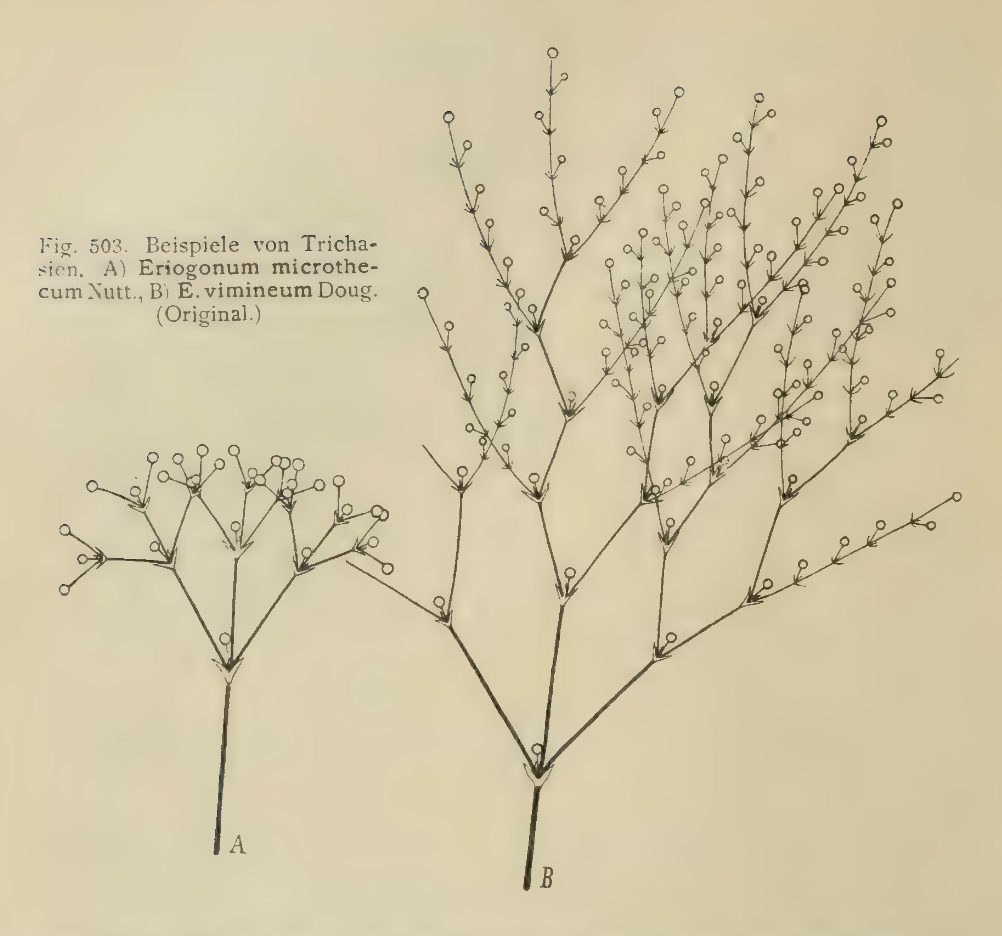


Fig. 503. Beispiele von Trichasien. A) **Eriogonum microthecum** Nutt., B) **E. vimineum** Doug. (Original.)

gestielte »Blüte«, so dass wir das Bild einer Traube vor uns haben. In der Wirklichkeit ist es eine sympodiale Scheinähre, denn jedes Glied ist von einer »Blüte« abgeschlossen und aus der Achsel einer Braktee entspringt ein neues Glied, welches sich ebenso verhält.

Orygia decumbens Frsk. (Aizoac.) hat auch ein Trichasium, welches fortschreitend in den Zweigen in ein Dichasium und Monochasium übergeht.

8. Das Dichasium (oder Dibrachium).

Das Dichasium (Fig. 8) entsteht aus dem Pleiochasium, wenn zwei Hochblätter gegenständig sind und aus deren Achsel Zweige aufgehen, welche die Endblüte hoch übergipfeln und selbst wieder neuerdings auf dieselbe Weise sich verzweigen. Weil die Axillarzweige ihr Brakteenpaar transversal tragen, so stehen die Ebenen der Mutter- und Tochterdichasien zu einander senkrecht. Die Dichasien sind im Pflanzenreiche ungemein verbreitet, indem sie besonders dort vorkommen, wo die Blätter an der

Pflanze gegenständig sind (Caryophyllaceen, Labiaten, Rubiaceen u. a.). Die Verzweigung erfolgt manchmal bis zu hohen Graden, wodurch eine sehr reiche Inflorescenz entsteht (Gypsophila paniculata, Galium silvaticum, Chilianthus triphyllus).

Auch hier haben wir wieder verschiedene Modifikationen. Vor allem müssen wir da die sogenannten Scheinwirtel (Verticillaster) erwähnen, welche die charakteristische Inflorescenz aller *Labiaten* sind. Es sind das eigentlich gewöhnliche, mehrfach verzweigte Dichasien mit verkürzten Zweigen, so dass sie den Eindruck dichtblütiger Büschel machen. Und weil stets zwei einander gegenüberstehen (in der Achsel der gegenständigen Blätter oder Hochblätter), so hat es den Anschein, als ob beide Büschel mit einander zusammenfliessen würden, indem sie rings um den Stengel einen Kranz oder »Wirtel« überaus zahlreicher Blüten bilden. Nur bei einigen Gattungen verzweigen sich jene axillären Dichasien in geringem Grade, indem sie 2—3 Blüten, ja manchmal nur eine einzige Terminalblüte (in der Achsel des Blattes oder Hochblatts) mit sterilen Hochblättern α, β (so bei Scutellaria, Hemigenia rigida u. a.) tragen. Im gegenteiligen Extrem verlängern sich die Stiele und Zweige der Scheinwirtel und so entsteht wieder ein typisches, vielverzweigtes Dichasium (Teucrium capense, Calamintha macrostema Bth., Bystropogon plumosus), welches Rispenform anzunehmen vermag (Müllerohyptis, Coleus atropurpureus). Bei *Ballota* findet man 2 seriale Scheinwirtel.

Die Scheinwirtel sitzen häufig in der Achsel kleiner Brakteen und können selbst sehr verzweigte, reiche Rispeninflorescenzen (Moschosma riparia Hchst.) zusammensetzen. In der Gattung *Elssholtzia* bilden die Scheinwirtel aufrechte, einseitige Ähren, was davon herrührt, dass die Blätter oder Hochblätter, obzwar sie ursprünglich in abwechselnden Paaren standen, sich in die Ebene des vorangehenden Paars drehten, so dass sie dann sämtlich zweireihig übereinandergestellt sind.

Eine besondere Umwandlung erfährt der Scheinwirtel bei der exotischen Gattung *Hyptis* und *Mesosphaerum.* Hier gruppieren sich die Scheinwirtel zu kompakten, überaus dichten, kugeligen Köpfchen, welche äusserlich so wie andere Köpfchen sogar mit einem Involucrum versehen sind und die eigentümlichen, langen, blattlosen Stiele abschliessen (H. Parkeri Bth.). Diese Köpfchen unterscheiden sich durchaus von den Köpfchen der Compositen, obzwar sie dichasialen Ursprungs sind. Bei der Species *H. spicigera* Lam. verlängert sich das Köpfchen und zerreisst sich dasselbe teilweise in gewöhnliche Scheinwirtel.

Eine ungewöhnliche Plastik nehmen die Dichasien bei der halophilen Pflanze *Salicornia herbacea* (Fig. 504) an. Hier bilden die dreiblütigen Dichasien zusammenhängende, terminale Ähren mit abwechselnden Brakteenpaaren, welche zu Gliedern verwachsen. In der Achsel dieser Brakteen sitzen die dreiblütigen Dichasien; die mittlere dieser 3 Blüten ist an der



Fig. 504. Modifikation der dichasialen Infloresccnz von **Salicornia** herbacea; links einzelne Blüten. (Nach Baillon.)

Mutterachse etwas hinaufgerückt und an dieselbe angewachsen. Das Perigon verwuchs hier zu einem viereckigen Schild, aus dessen Mittelöffnung 3 Staubfäden und die Narbe hervortreten.

Selten wann geschieht es, dass die Endblüte des Dichasiums verkümmert oder gänzlich abortiert. Ein Beispiel davon haben wir bei vielen Arten der Gattung *Lonicera*, deren Axillarstiele ein zweiblütiges Dichasium tragen (L. Xylosteum, L. tatarica u. a.). So endet bei *L Alberti* (Fig. 505) der Stiel *o* mit 2 Blüten *k'*, welche unten von 2 Blättern *L* gestützt werden. Jede der Blüten trägt kleine Vorblätter (α, β). Die Stiele beider Blüten sind aber bis zum Fruchtknoten verwachsen, weshalb beide Fruchtknoten *(s)* sich aufs engste berühren, was ganz gewiss die Ursache davon ist, dass die Endblüte *(k)* nicht zur Entwicklung gelangte. Aber die Verwachsung bei dieser Art schreitet noch weiter, denn es verwachsen schliesslich sogar beide Fruchtknoten zu einem einzigen (2) so, dass auf dem gemeinsamen Fruchtknoten zwei freie Kronen sitzen. Das ist keine Abnormität, denn mehr als die Hälfte der Blüten an einem und demselben Strauche verhält sich so. Das kommt ähnlich auch bei anderen Arten (L. alpigena) vor, was einen unerfahrenen Floristen dazu bewogen hat, dass er aus der eben genannten Species zwei verschiedene Arten gemacht hat. Einige Arten besitzen überhaupt normalerweise an allen Blüten verwachsene Fruchtknoten (L. coerulea). Diese Verwachsung schreitet abnorm bei *L. Alberti* manchmal so weit vor, dass auch beide Kronen miteinander zusammenfliessen (3), so dass dann eine solche Blüte 9 Kronzipfel und 9 Staubblätter aufweist. Interessant ist, dass durch die Zusammenfliessung niemals zehnzählige Blüten entstehen, was ich mir in der Weise erkläre, dass die sich berührenden Zipfel der Krone und des Kelchs zusammenfliessen.

An dem erwähnten Beispiele sehen wir deutlich, wie intensiv manchmal die Verwachsung in den Blüten zu sein vermag und wie leicht aus derselben neue morphologische Gebilde entstehen können.

Was wir soeben bei der Gattung *Lonicera* beschrieben haben, das kommt auch bei der australischen Art *Pomax umbellata* Sol. (Rubiac.) vor,

wo in ähnlicher Weise die unterständigen Fruchtknoten zu einem zweifächrigen, mit einem 7—8zipfligen Kelche, aber zwei freien Kronen zusammenwachsen.

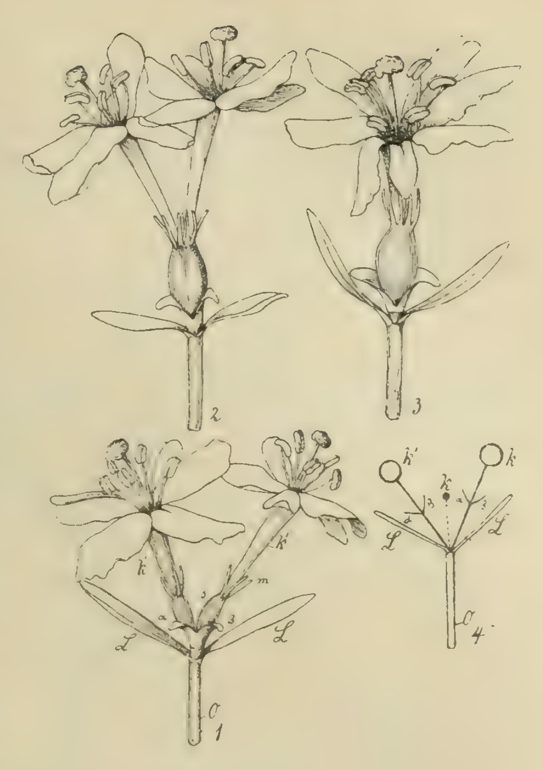


Fig. 505. Dichasiale Inflorescenz von **Lonicera Alberti** Reg. 1) Beide Blüten ganz frei, 2) Fruchtknoten zusammengewachsen, 3) ganze Blüten zusammengewachsen, 4) hiezu Schema; s) Fruchtknoten, k) abortierte Terminalblüte, m) Kelch. (Original.)

Aber auch die frei verzweigten Dichasien können eine verschiedene Gestalt annehmen, und zwar hauptsächlich auf Grund dessen, ob bloss eine der Gabeln in einer Achsel zur Entwicklung gelangt oder ob sich die beiden gegenständigen Hochblätter von einander entfernen, oder ob die eine Gabel kürzer und die andere länger ist oder ob sich die Gabeln immer nur hinter dem zweiten Paar der Hochblätter entwickeln. Ja, wir finden auch solche Fälle, wo die typisch racemöse Form in die Gestalt eines Dichasiums übergeht u. zw. dadurch, dass sowohl die Tochter- als auch die Mutterachsen im Winkel auseinandertreten, wovon wir schon oben Erwähnung getan haben.

Fast alle diese Varianten kann man an verschiedenen Arten der Gattung *Linum* beobachten. Einen von diesen Fällen führen wir an der einjährigen Art *L. catharticum* (Fig. 506) an. Hier stehen am Stengel *(o)* zuerst Blätter in abwechselnden Paaren *(a)*, dann aber in spiraliger Anordnung. Hier aber teilt sich der Stengel schon in Hauptzweige, wobei der Mutter- und Tochterzweig (*o*, *o'*) zusammen auf Dichasiumart stets einen Winkel einschliessen. Der Stengel *(o)* schliesst mit einer Blüte (*k*) ab. Der unterste Tochterzweig (*o'*) (ebenso wie die übrigen) trägt neuerdings Hochblätter in abwechselnden Paaren (*a'*, *a''*). Zuerst gelangt nur eine Gabel (*o''*) zur Entwicklung, dann aber ein zweigabeliges Dichasium, dessen Arme jedoch wieder nur je eine Blüte hervorbringen, wodurch eine Schraubel (*n*) entsteht

Eine eigenartige Gestalt erhält das Dichasium, wenn ein Arm desselben sich abermals zu einem Dichasium gabelt, während das zweite ein-



Fig. 506 Inflorescenz von Linum catharticum schematisch dargestellt. (Original.)

fach bleibt und mit einer Blüte abschliesst. In einem solchen Falle entsteht ein langes Sympodium auf die Art einer Traube, welche Brakteenpaare trägt, wovon die eine Braktee in der Achsel eine gestielte und eine fast sitzende Blüte enthält. Das kommt bei *Leptoscela ruellioides* Hook. f. (Rubiac.) vor.

Es ist übrigens eine gewöhnliche Erscheinung, dass die Arme des Dichasiums gleich oder erst nach einigen Graden sich in Wickel oder Schraubeln (Monochasien) verwandeln, was leicht begreiflich ist, denn sowohl die Wickel als auch die Schraubel verdanken ihre Entstehung eigentlich der Verarmung des Dichasiums. Beispiele haben wir an *Hypericum* (H. Schaffneri Wts. u. a.) und bei der Gattung *Erythraea*.

9. Die Sichel (drepanium).

Die Sichel entsteht aus dem Dichasium dadurch, dass von beiden, paarweise stehenden Hochblättern nur eines übrig bleibt und zwar immer an derselben Seite und in derselben Ebene, so dass auch die ganze In-

florescenz in einer Ebene verzweigt ist (Fig. 11). So fallen auf die eine Seite alle Hochblätter und auf die andere alle Blüten in der Projektion. Deshalb hat die Sichel ein mehr oder weniger sichelförmiges Aussehen und von daher also ihre Benennung. Die Sichel kommt in der Pflanzenwelt selten vor; in der Familie der *Juncaceen* finden wir Beispiele derselben.

10. Die Wickel (cicinnus).

Denken wir uns, dass die Blüten der Sichel (Fig. 9, 10) abwechselnd, einmal die einen rechts und dann wieder die anderen links fallen würden, so erhalten wir den Begriff der Wickel. In der Wickel schliessen die Hochblätter mit ihren Blüten einen Winkel ein, wodurch die Blüten zwei abwechselnde, äusserlich von zwei Reihen von Hochblättern gedeckte Reihen bilden. In der Projektion erhalten wir das Bild 10. Die Wickel ist infolge dessen dorsiventral ebenso wie die Sichel und mit dem jungen Ende stets spiralig eingerollt. Die Blüten ragen in beiden Reihen empor und die Hochblätter bilden an der Unterseite zwei Reihen.

Die Wickel ist in der Pflanzenwelt sehr verbreitet und in den verschiedensten Familien vertreten. Eine allgemeine Erscheinung bildet sie in der Familie der Boraginaceen. Hier, so wie anderwärts macht die Wickel auch einige Modifikationen durch. So verschwinden die Stützbrakteen vollständig (Myosotis, Bergenia). *Mina lobata* (Fig. 507) aus der Familie der Convolvulaceen trägt z. B. unterhalb der Blüte stets 2 Hochblätter, wovon allerdings nur eines fertil ist. Selten wann schliesst der Stengel oder Zweig mit einer einfachen Wickel ab (Heliotropium mexicanum Gree); am häufigsten kommt es vor, dass eine Terminalblüte den Abschluss des Zweigs bildet, an dessen Seiten sich je eine Wickel ausbildet (Doppelwickel). Bei vielen Arten der Gattungen *Tournefortia* und *Heliotropium* verzweigen sich die Zweige zu einer ganzen, reichen Inflorescenz, deren Endzweige sämtlich Wickel sind, welche abermals Wickel zusammensetzen (also zusammengesetzte Wickel). Demgegenüber finden wir wieder bei *Oxalis Acetosella* die Doppelwickel auf eine einzige, einfache Blüte reduziert, welche den langen, dünnen Stiel (Schaft) abschliesst. Dieser trägt an einer Seite zwei verwachsene Vorblätter (α, β), in deren Achsel eben beide Arme der Wickel der Abortierung verfielen. Aber bei anderen Arten der Gattung Oxalis sind diese Arme gut entwickelt.

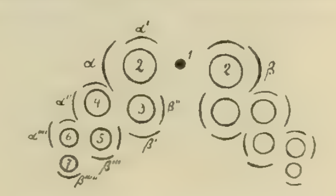


Fig. 507. Diagramm der Doppelwickel von Mina lobata C. (Original.)

Eine besondere Modifikation haben wir bei der Sumpfpflanze *Montia fontana* (ebenso bei der verwandten Gattung *Claytonia*). Hier steht

scheinbar in der Achsel eine mehrblütige Wickel, welche aber mit zwei gestielten, freistehenden Blüten beginnt, während die anderen aus dem verlängerten Sympodium entspringen. An der Seite des ganzen Blütenstandes befindet sich ein einziges Hochblatt (α) — das erste von beiden (α, β); die übrigen sind unterdrückt. Diese Wickel ist eigentlich der Abschluss des vorangehenden, mit Blattpaaren besetzten Stengelgliedes. Aus der Achsel des zweiten Blatts (also eigentlich aus der Achsel der ersten Blüte) wächst dann das folgende Stengelglied, welches allerdings mit dem vorangehenden ein zusammenhängendes, beblättertes Sympodium bildet. Hie und da geschieht es, dass mancher Zweig von einer Endblüte mit 2 Hochblättern abgeschlossen wird. In der Achsel dieser Hochblätter entwickeln sich dann zwei Wickel — und so entsteht dann eine ganze terminale Infloresccnz.

Die Wickel in der Familie der *Boraginaceen* bilden zwar auch 2 Reihen von Blüten oben und 2 Reihen Vorblätter unten, aber nur selten finden wir Hochblätter unterhalb der zugehörigen Blüten, wie es der Plan der Wickel erfordert. Gewöhnlich stellt uns die Boragineenwickel eine dorsiventrale Traube vor, an welcher ausserhalb der Achseln aus der Achse der »Traube« die Blüten entspringen. Das entstand infolge des Anwachsens der Mutterachse an die Tochterachse und der Vorrückung des Stützblatts auf die Tochterachse.

Ein Beispiel sehen wir an der Kulturspecies *Borago officinalis* (Fig. 508), wo wir zugleich die Verzweigung des Stengels verfolgen können. Der Stengel (*o*) schliesst mit der Blüte (*o*) ab und trägt die Blätter (*a*, *b*, *c*). In der Achsel des ersten (*a*) entspringt der schwache Zweig (*k*), welcher, eben weil er schwach entwickelt ist, tatsächlich auch seitwärts von dem Hauptstengel steht. In der Achsel des Blatts (*b*) entspringt der Zweig (*m*), welcher, da er stark entwickelt ist, bereits mit seiner Mutterachse (*o*) eine Gabel bildet. Aus der Achsel des Blatts (*c*) wächst ein starker Zweig (*o'*), der mit der Blüte (*o'*) abschliesst und ein Blatt (*a'*) trägt. Dieses Blatt ist aber hoch auf die weitere Tochterachse (*o''*) hinaufgerückt, mit welcher auch der Blütenstiel (*o'*) hoch zusammenwächst. Die verwachsenen Teile der nacheinander folgenden Achsen stellen sich in eine Richtung, indem sie ein gemeinsames Sympodium als Achse der ganzen Wickel bilden. Und so gehört fortschreitend das Blatt (*a''*) zur Achse (*o''*), das Blatt (*a'''*) zur Achse (*o'''*) u. s. w.

Ähnlich verhält sich der Seitenzweig (*m*), den die Blüte (*m*) abschliesst und welcher zwei Blätter (*e*, *f*) trägt; aus der Achsel des Blatts (*e*) wächst das unentwickelte Zweiglein (α), aus der Achsel des zweiten (*f*) der von einer Blüte abgeschlossene Zweig (*m'*), an welchem aber das Blatt (*f*) hoch hinaufgeschoben ist Dass hier tatsächlich eine Verschiebung des Blatts auf die Tochterachse vor sich geht, sehen wir an dem kleinen Zweige (α), an welchem das Blatt (*e*) schon bedeutend hinaufgeschoben



Fig. 508. Blütenstand von **Borago officinalis**; die Orientation der Achsen und Blätter ist durch Buchstaben angedeutet. (Original.)

ist und mit welchem gleichzeitig der Stiel der Mutterachse (*m*) teilweise verwächst. Das Blatt (*e*) sollte an dem Punkte (*x*) und das Blatt (*f*) am Punkte (*y*) stehen.

Das Anwachsen der Mutter- an die Tochterachse erfolgt in akropetaler Richtung in abnehmendem Masse, so dass z. B. der Blütenstiel (o'''') schon dem Blatt (a'''') direkt gegenübersteht.

Infolge dieser zwei Umstände, nämlich der Verschiebung der Blätter und des Anwachsens der Achsen, wird die Inflorescenz der Boraginaceen im höchsten Grade kompliziert und auf den ersten Blick unklar. Wenn wir aber die Verzweigung der ganzen Pflanze vergleichen, so müssen wir immer zu jener Lösung gelangen, welche wir an unserem Beispiele gegeben haben. Dass tatsächlich dergleichen Verhältnisse des Anwachsens von Achsen an Achsen und der Verschiebung von Blättern existieren, haben wir schon im II. Teile (Seite 626) nachgewiesen. Unter anderen zahlreichen Beispielen der Verschiebung (des Anwachsens) der Stützblätter an die Tochterzweige sei hier nur der nächststehende Fall in der Inflorescenz des *Chrysosplenium alternifolium* erwähnt. Die letztere ist aus Dichasien zusammengesetzt, die Stützblätter sind aber durchweg hoch an die Dichasialzweige angewachsen. Auch bei der gemeinen *Datura Stramonium* kann man sich leicht überzeugen, wie das Stützblatt mit seinem eine Blüte tragenden Tochterzweige hoch zusammenwächst. Hier offenbart sich die Verwachsung nicht nur durch die Vergleichung mit den nächsten Blättern, sondern auch durch die tiefen Rinnen, welche den Tochterzweig von dem Blattstiele trennen.

Merkwürdige Verhältnisse in der Verschiebung und Anwachsung der Blätter und der Sprosse lassen sich bei der Gattung *Nama* (Hydrophyll.) verfolgen.

Mit dem Studium der komplizierten Infloreseenz der Borragineen hat sich schon im J. 1876 Dutailly, im J. 1879 Henslow und in noch höherem Masse Čelakovský, auf dessen Arbeiten wir verweisen, befasst. Dieser Autor hat sich auch mit aller Entschiedenheit den »modernen« Ansichten Goebels widersetzt, welcher, von dem Standpunkte ausgehend, dass die Organe so aufgefasst werden sollen, wie sie sind, die Wickel der Boragineen als eine dorsiventrale Traube erklärt hat. Als Grund führte er an, dass am Gipfel der Wickel faktisch sowohl die Blüten als auch die Hochblätter sich in akropetaler Richtung entwickeln so, wie bei der gewöhnlichen Traube. Nach Goebel sind also alle Wickel Trauben, welche sich dorsiventral entwickelt haben, indem sie auf der einen Seite Hochblätter, auf der anderen Blüten tragen. Diese Ansicht Goebels wurde ausnahmslos von allen Systematikern und Morphologen verworfen. Wir müssen daher unser Erstaunen darüber aussprechen, dass im J. 1905 W. Müller (in der »Flora«) neuerdings den Beweis zu führen sich bemüht, dass auf Grund der Entwicklung die Wickel der Boragineen dorsiventrale Trauben (Monopodien) darstellen.

Dass wahre dorsiventrale Trauben (Monopodien) auch existieren, haben wir oben auf S. 790 angeführt. Aber diese Trauben haben eine ganz andere Orientierung der Hochblätter zu den seitlichen Blüten.

Die reichblütige Wickel, was ihre Beendigung anbelangt, verhält sich ähnlich wie die Traube, gewiss auch aus gleichen biologischen Gründen. Zumeist verkümmern nämlich die letzten Blüten, nur selten wann entwickelt sich die letzte Blüte vollkommen und nimmt auch die terminale Stellung ein (*Antirrhoea obtusifolia* Urb. und einige andere Rubiaceen).

11. Das Fächel (rhipidium).

Das Fächel (Fig. 12, 13) entsteht aus dem Dichasium, wenn von den beiden Hochblättern und demnach auch den Axillarblüten nur eines sich entwickelt und zwar abwechselnd einmal rechts, das anderemal links und zwar in derselben Ebene. In der Projektion erhalten wir das Bild des Fächels.

Die Sicheln und Fächel sind im ganzen selten. Das Fächel ist hauptsächlich unter den Monocotylen, so bei den Iridaceen verbreitet (z. B. bei *Iris germanica*), was leicht begreiflich ist, da nur hier die Achselzweige mit einer adossierten Braktee in der Mediane versehen sind.

12. Die Schraubel (bostrix).

Die Schraubel entsteht aus dem Dichasium, wenn sich von beiden Hochblättern und Blüten nur eines entwickelt u. zw. immer nur an derselben Seite, aber immer um einen Winkel von dem vorangehenden abweichend. In der Projektion erhalten wir also das Bild Fig. 14 bei einer Abweichung der Hochblätter um 90°, welcher Fall allerdings der häufigste ist, da die Hochblätter (α, β) an der Tochterachse meistenteils in senkrechter Transversale zur Mediane stehen.

Die Schraubeln haben entweder die Gestalt einer Dolde, wenn die sympodiale Achse auf Null reduziert ist, oder die Gestalt einer Traube, wenn die Achse in gerader Richtung verlängert ist. Manchmal nimmt die Schraubel aber auch die Form eines Dichasiums ohne Terminalblüte an. Dies geschieht in dem Falle, wenn die Tochter- und Mutterachse im Winkel gabelförmig auseinandertreten. Hier verschwindet überhaupt der Begriff der Schraubel, weil eine sympodiale Achse nicht zur Ausbildung gelangt. Als Beispiel führen wir die amerikanische Pflanze *Geniostemon Schaffneri* Gray (Fig. 509) aus der Familie der Gentianaceae an. Hier sind auch noch die beiden gegenständigen Hochblätter entwickelt, was zur Folge hat, dass die Form des Dichasiums desto mehr hervortritt. Es ist dies ein ähnlicher Fall, wie jener, von dem wir oben auf S. 793 gehandelt haben. Eine ähnliche Verzweigung kommt bei Arten der Gattung *Scabiosa* vor.

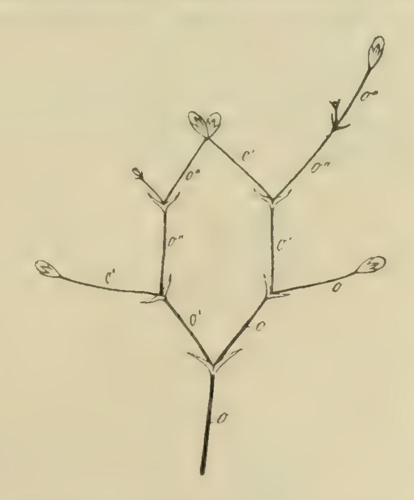


Fig. 509 Blütenstand von Geniostemon Schaffneri Gr. (Original.)

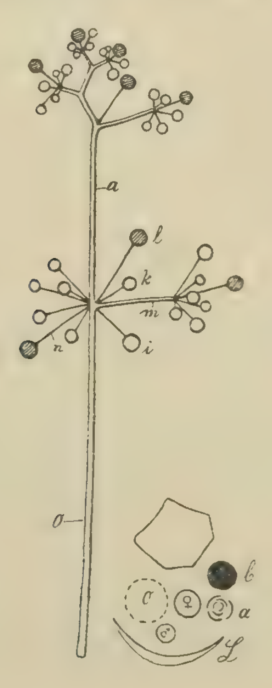
Schraubeln von Doldenform finden wir hauptsächlich in der Familie der *Liliaceen* und ihrer Verwandtschaft vor. So ist die reichblütige Inflorescenz von *Alisma Plantago* aus dreizähligen, abwechselnden Wirteln zusammengesetzt, welche sich weiterhin schraubelförmig verzweigen. *Butomus* hat am Ende des Schafts einen aus 3–5 Schraubeln bestehenden, durch ein Hochblatt gestützten Blütenstand. Auch die Dolden der Gattung *Allium* bestehen aus einer Anzahl von Schraubeln. *Gagea lutea* trägt am Ende des Schafts 2–3 Blütenschraubeln, welche von 2 Hochblättern gestützt werden.

Wenn in den Schraubeln die zuständigen Hochblätter entwickelt sind, so ist es unmöglich, sie mit einer racemösen Inflorescenz zu verwechseln. Wenn die Hochblätter aber nicht entwickelt sind, dann ist es wahrlich schwer zu sagen, ob wir einen Racemus oder eine Schraubel vor uns haben.

Einen ähnlichen Fall findet man bei den Inflorescenzen der *Cucurbitaceen.* Bei der gemeinen *Cucumis sativa* sehen wir die Anordnung der Blüten so, wie dieselbe von *Eichler* (Blütendiagr. S. 307, Fig. 157) gezeichnet wird. Hier steht in der Mediane eine freie, männliche Terminalblüte. Diese hat seitwärts die bekannten Bestandteile (S. 621, Fig. 510) und auch eine Gruppe von freistehenden Blüten, welche in schraubelförmiger Anordnung (1, 2, 3 . .) orientiert sind, aber keine Hochblätter besitzen. Eichler sagt ohne weiters, dass dies eine zusammengezogene Traube sei. Wir aber werden im nachfolgenden zeigen, dass es sich mit viel grösserer Wahrscheinlichkeit um eine Schraubel handle.

Die Inflorescenzen der Cucurbitaceen gehören zu den schwierigsten Fragen der Morphologie und es ist erstaunlich, dass diese Blütenstände bisher bei den Botanikern nicht die erforderliche Aufmerksamkeit gefunden haben. Gewöhnlich sehen die Autoren (Eichler, Pax u. a.) sie als Trauben oder Rispen an. Nur Rohrbach hat die Zweige der Inflorescenzen als accessorische Sprosse zu den einzelnen Blüten angesehen.

Wenn wir die einzelnen Beispiele der Cucurbitaceeninflorescenzen mit den racemösen Typen vergleichen, so müssen uns sofort einige Umstände auffallen, welche bei den Racemen nicht vorkommen. Der Blütenstand der Gattung *Bryonia* z. B. hat die Gestalt einer verlängerten Traube, an welche unten die erste Blüte mit ihrem Stiel anwächst. Diese Blüte pflegt anderwärts gewöhnlich frei in der Mediane als erste Axillarachse zu stehen (siehe Fig. 510). Die Achse der »Traube“ ist nicht gerade, sondern gebrochen,



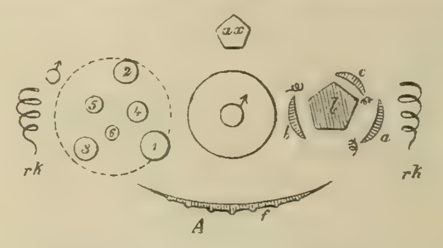


Fig. 510. Schraubelartige Inflorescenz von **Cyclanthera pedata** nebst dem erläuternden Diagramm, a) Blattspross, b) Ranke (Original); rechts männlicher Blütenstand von **Cucumis sativa** (nach Eichler).

krumm, häufig derart, dass die Blüte den Abschluss des vorangehenden Achsengliedes bildet. Die Blüten entspringen nicht in gleichmässigen Abständen.

Eine noch auffallendere Inflorescenz stellt uns *Cyclanthera pedata* (Fig. 510) vor. Dieser Blütenstand wird als verzweigte Rispe gedeutet. Ihre Verzweigung entspricht aber durchaus nicht irgend einer Form der Rispe.

Die Hauptachse (*o*) ist in ihren einzelnen Gliedern und Zweigen im Winkel gebrochen, auch die Zweige stehen im Winkel ab, indem sie ungleich lang sind und immer mit einer Terminalblüte abschliessen, welcher die übrigen Blüten in schraubelförmiger Anordnung nachfolgen (wie wir nach dem Alter und der Länge der Stiele schliessen). Das alles spricht dafür, dass die Blütenbüschel Schraubeln sind und dass auch die Zweige Schraubeln zusammensetzen. So wird z. B. die Hauptachse (*o*) von einer Blüte (*l*) abgeschlossen, aus welcher schraubelförmig hintereinander die Zweige (*a*, *m*, *n*) entspringen. Der Zweig (*a*) teilt sich neuerdings in eine dreigliedrige Schraubel, der Zweig (*m*) verzweigt sich schraubelartig (*m*, *i*, *k*), der Zweig (recte Blütenstiel) legt eine sechszählige Blütenschraubel an. Der kleine Zweig (*m*) endigt neuerdings mit einer siebenzähligen Schraubel. Demzufolge wäre die ganze Inflorescenz der *Cyclanthera* eine aus Schraubeln zusammengesetzte Schraubel.

Diese unsere Ansicht wird auch durch die Stellung des ganzen Blütenstandes in der Blattachsel (Fig. 510) unterstützt. Hier steht die weibliche Blüte in der Mediane als erste, seitwärts von derselben aber folgt die zweite, freistehende, männliche Blüte und dann erst die Inflorescenz als dritter Teil. Diese Stellung kennzeichnet sich doch deutlich als Schraubelstellung. Wenn diese Inflorescenz eine Rispe sein sollte, so könnten wir keine Erklärung für die freistehende männl. Blüte finden. Dass cymöse Inflorescenzen häufig mit freistehenden Blüten beginnen, haben wir schon an den Gattungen *Montia* und *Claytonia* gesehen, wo die Blütenstände Wickel waren.

Wenn wir das Diagramm der *Cyclanthera* (Fig. 510) mit der Zusammensetzung der Inflorescenz vergleichen, so sehen wir, dass sich die Anordnung des Diagramms stets mit der ersten Hauptblüte in allen Graden wiederholt.

Wir haben hier bloss 3 Beispiele aus der Familie der Cucurbitaceen angeführt und können die Bemerkung nicht unterlassen, dass es ein sehr dankbares Thema wäre, eine möglichst grosse Anzahl von anderen Gattungen und Arten dieser Familie zu untersuchen, damit das Problem ihrer Inflorescenzzusammensetzung endgültig seiner Lösung entgegengeführt werde.

Zusammengesetzte Inflorescenzen.

Wir haben schon oben an mehreren Stellen bemerkt, dass sich verschiedene Inflorescenzformen in verschiedenen Graden zu zusammengesetzten Inflorescenzen zusammenlegen können. In dieser Beziehung können Formen von demselben Typus oder von verschiedenen Inflorescenztypen kombiniert sein. Wie wir schon gesagt haben, werden zwei Haupttypen der Inflorescenz unterschieden: racemöse und cymöse. Es können also entweder

racemöse oder cymöse (homotaktische) oder racemöse mit cymösen (heterotaktische) Kombinationen vorhanden sein. Wenn wir den hieher einschlägigen Stoff vollkommen erschöpfen wollten, so müssten wir ein ganzes, umfangreiches Kapitel diesem Zwecke widmen. Dabei könnten wir aber nichts neues sagen, denn im Prinzip würde sich alles wiederholen, was wir schon bezüglich der einfachen Inflorescenzen auseinandergesetzt haben. Wir werden also im nachfolgenden nur einige interessantere Beispiele anführen.

Wir sagten schon oben, dass die Dolden manchmal zusammengesetzte Dolden bilden (Umbelliferae); aber bei den Araliaceen setzen sie reichblütige Inflorescenzen von trauben- oder rispenförmigem Typus zusammen. So bildet die *Aralia spinosa* eine mächtige Hauptachse mit zahlreichen, traubenförmig angeordneten Zweigen, welche abermals traubenförmig orientierte Dolden tragen. Alle Zweige werden von einer terminalen Dolde abgeschlossen.

Die Blüten von *Scirpus silvaticus* sind aus dichten Ähren gebildet, welche abermals in Ährenform am Ende längerer Stiele angehäuft sind. Diese Ähren setzen wiederum Spirren zusammen und so geht dies weiter bis zum 4.—5. Grad, wodurch eine ungewöhnlich reiche Inflorescenz entsteht, welche aus Spirren und Ähren kombiniert ist.

Cardiospermum Halicacabum und viele andere Pflanzen aus dieser Verwandtschaft haben eine langgestielte Inflorescenz, welche mit zwei Ranken anfängt, die dann als umgewandelte Zweige aus der Achsel der Hochblätter an der gemeinsamen Achse herauswachsen. Diese Achse wird von einer einfachen Blüte abgeschlossen, an deren Seiten sich 3 Wickel abzweigen.

Der reiche, kegelförmige Blütenstand des dekorativen Baumes *Aesculus Hippocastanum* hat eine mittlere monopodiale Achse, an welcher in der Achsel der Hochblätter zahlreiche, seitliche Wickel herauswachsen.

Centranthus ruber trägt am Ende des Stengels eine vielverzweigte Rispe, welche aus gegenständigen Zweigen zusammengesetzt ist, die sich abermals dichasial teilen. Die letzten dieser Zweige verwandeln sich in Wickel. Mit Wickeln kombinierte Dichasien hat auch *Paederia foetida* L. und viele Arten der Familie *Acanthaceae*.

Eine interessante Inflorescenz besitzt die einjährige australische *Mitrasacme paradoxa* R. Br. (Loganiac.), welche habituell an unser Linum catharticum erinnert. Diese Pflanze hat die Hauptzweige (Fig. 511) dichasial geteilt, die letzten Zweige aber tragen zwei gegenständige Hochblätter und ein Büschel gestielter Blüten in einer Schraubel mit scharfem Winkel.

Tamonea delicatula A. Rich. (Melastom.) aus Westindien bildet paarige Trauben, deren Zweiglein durchweg mit einem Dichasium abschliessen.

Eine sonderbare Inflorescenz zeigen *Statice spicata* W., *S. Suvarovi* Rgl. u. a., bei denen die in Büschel gestellten Blüten eine terminale, lange

Ähre bilden.' Die Blüten in den Büscheln weisen ein eigentümliches Arrangement (Fig. 490) auf; in der oberen Partie der Ähre steht in der Mediane unterhalb der ersten Blüte die zweite, jüngere Blüte in der Achsel des Vorblatts (γ), welches gleichfalls in die Mediane fällt. In dem unteren Teile der Achse kommt unterhalb der zweiten Blüte noch eine dritte und unterhalb derselben das zweite Vorblatt (α') zum Vorschein. Wir sehen also, dass diese 3 Blüten eine in die Mediane gestellte Sichel vorstellen. Aber nicht allein dies, auch an den Seiten der ersten Blüte in der Transversale steht je eine Blüte in der Achsel der Vorblätter (α, β), welche offenbar dem Vorblatte (γ) gleichwertig sind.



Fig. 511. **Mitrasacme paradoxa** R. Br., Dichasium, dessen Gabeln mit Schraubeln endigen. (Original.)

Eine interessante cymöse Kombination finden wir auch bei der einjährigen Feldpflanze *Alchemilla arvensis* (Fig. 512). Die kleinen Blüten bilden hier dichte Büschel in der Achsel des tütenförmigen Nebenblatts (*s*). Dieser Blütenstand ist eigentlich terminal und das weitere Achsenglied (*o'*) ein Achselzweig. Die Blütchen sind gestielt, durchweg brakteenlos und bilden zwei herablaufende Reihen. Zwischen den ersten Blüten steht eine, welche zuerst aufblüht — es ist dies also die erste, terminale Blüte, welche mit den beiden seitlichen (2) ein Dichasium bildet. Nun übergeht eine der beiden Blüten in eine Wickel. W y d l e r (Flora 1851, 1861) und I r m i s c h (Bot. Z. 1850) legen diese Gruppen von Blüten unrichtig als einfache Wickel aus.

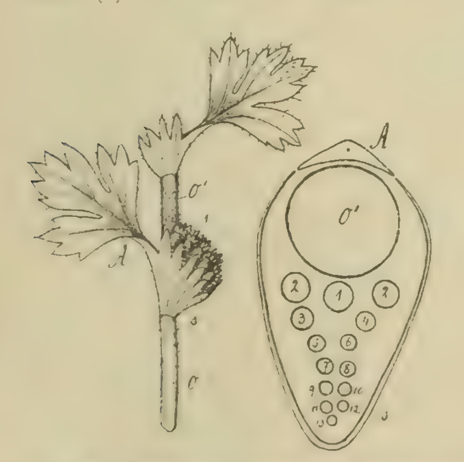


Fig. 512. Blütenstand von **Alchemilla arvensis**, s) Stipulae, A) Stützblatt. (Original.)

Schliesslich werden wir zwei Beispiele anführen, wo d i e I n f l o r e s c e n z s i c h m i t S e r i a l b l ü t e n k o m b i n i e r t. Als einfaches Beispiel diene die Inflorescenz von *Calophyllum Inophyllum* L. (Fig. 513), bei welchem an der Basis der paarigen Traube noch zwei seriale Blüten unterhalb des untersten Paars aus derselben Achsel im Winkel abstehen. Seriale, kombinierte Inflorescenzen sind charakteristisch auch bei der Gattung *Lippia*. Einen viel komplizierteren Fall stellt uns der halb-

strauchartige *Convolvulus floridus* L. f. (Canares — Fig. 514) vor. Das Ganze hat die Gestalt einer kegelförmigen, vielblütigen Rispe. Es ist dies zwar in der Grundlage eine Rispe, denn an der gemeinsamen Achse (*ó*) entspringen akropetale Seitenzweige; diese letzteren aber, ebenso wie die Hauptachse selbst werden von einem Dichasium abgeschlossen. In gleicher Weise verhalten sich die Zweiglein der weiteren Grade. Ausserdem aber erscheinen unterhalb der Zweige zweiten Grads Serialblüten oder Serialzweige, so unterhalb des Zweigs (*o'*) der Serialzweig (*m*) und unterhalb des

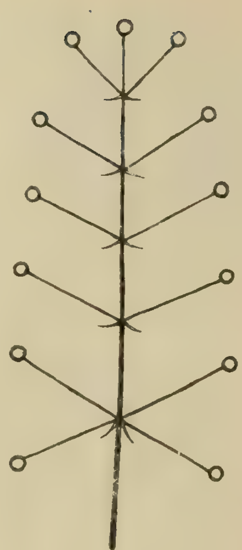


Fig. 513. Gepaarte Traube mit Serialblüten kombiniert von **Calophyllum Inophyllum L.** (Original.)

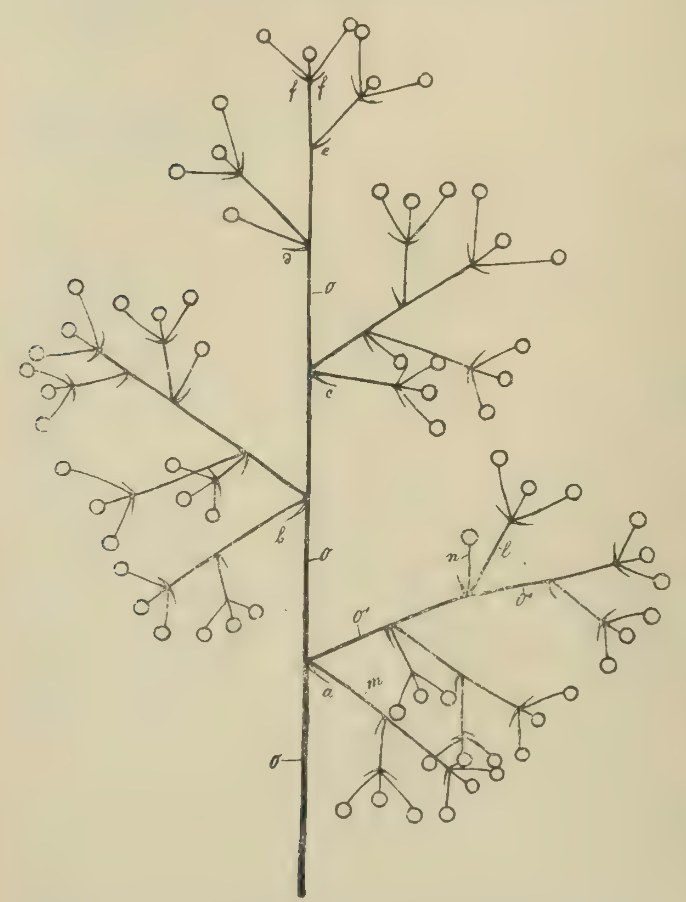


Fig. 514. **Convolvulus floridus** L. f., Kombination einer Rispe, der Dichasien und Serialblüten (m, n). (Original.)

Zweigs (*l*) die Blüte (*n*). Wir haben also hier eine Kombination des Rispentypus mit dichasialen und serialen Blüten, also einen gewiss sehr seltenen Fall.

Eine Interessant kombinierte Inflorescenz findet man bei *Gentiana lutea* (Alpes), deren bis über 1 m hoher, mächtiger Stengel mit einer langen Ähre dichter, in den Hochblattachseln gehäufter Blüten endigt, welche von einer Terminalblüte abgeschlossen ist. Die Achselbüschel sind aus einem Dichasium und 3--5 zweizeiligen Serialblüten zusammengesetzt.

Blütenstände, welche einfache Blüten nachahmen.

Nach diesem Schlusskapitel wollen wir noch etwas über die besondere Transformation der Inflorescenz in die Gestalt einer einfachen Blüte sagen. Wir haben schon oben erwähnt, dass die Blüten in der Inflorescenz nicht selten einige Funktionen untereinander aufteilen, z. B. dass manche von ihnen bloss männlich, andere wieder nur weiblich und noch andere endlich zwitterig sind. In manchen Inflorescenzen geht aber diese Teilung der Funktionen noch weiter. Im ganzen sind es jedoch dieselben Funktionen, welche wir bei der einfachen Blüte beobachten, mit anderen Worten gesagt: die Arbeit der ganzen Inflorescenz ist dahin gerichtet, dass eine wohlgeratene Befruchtung zustande komme.

Als erstes und gleichzeitig bekanntestes Beispiel führen wir die Familie der *Compositen* an, wo die Blüten die sogenannten Köpfchen (capitula) bilden. Das Köpfchen des gemeinen Gänse- oder Marienblümchen (Bellis perennis) wird vom Volk »Blüte« genannt, weil es in demselben eine einfache Blüte sieht — und diese Anschauung ist in biologischer Beziehung eigentlich richtig, denn an dem genannten Köpfchen finden wir alle Analogien einer Blüte: das Involucrum stellt den Kelch vor, die Strahlenblüten des Randes repräsentieren die Krone und die inneren, röhrenförmigen Blüten die Fruchtknoten und Staubgefässe. Ja, häufig geschieht es, dass die Strahlenblüten wirklich beide Geschlechtsorgane verlieren und dass sie nur die Rolle von sterilen Kronblättern übernehmen, während die inneren Röhrenblüten teilweise bloss männlich, teilweise bloss weiblich oder Zwitterblüten sind.

Wir haben also in dem Blütenköpfchen der Gattung Bellis eine morphologische Inflorescenz, aber eine biologische Blüte vor uns. Bei einigen Arten wird die Krone von einem schön gefärbten Involucrum oder wenigstens durch eine innere Reihe von Involucralblättchen nachgeahmt, so z. B. bei Xeranthemum annuum, Carlina, Helipterum, Helichrysum bracteatum, Schoenia Cassimiana, Phaenocoma prolifera.

Die Ähnlichkeit der Compositenköpfchen mit Blüten tritt noch mehr dadurch hervor, dass die Köpfchen häufig den Abschluss von eigentümlichen, blattlosen

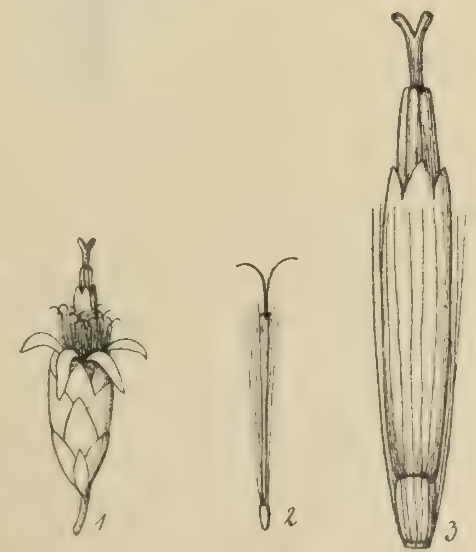


Fig. 515. **Tessaria integrifolia,** 1) **Blütenköpfchen mit zentraler Zwitterblüte,** 2) **weibl.** Blüte, 3) zwit. Blüte vergrössert. (Original.)

Stielen und dass sie selbst wie anderwärts Blüten Inflorescenzen zweiten Grades bilden.

Doch über dieses interessante Thema können wir uns nicht mehr des weiteren verbreiten; wir beschränken uns nur darauf, noch einen merkwürdigen Fall bei der brasilianischen Art *Tessaria integrifolia* R. P.



Fig. 516. **Rhodoleia Championi** Hook. (Hamamelidac.), Blütenköpfchen einfache Blüte nachahmend. (Nach Niedenzu.)

(Fig. 515) aus der Verwandtschaft der Inuleen anzuführen. Hier ist das ganze Blütenköpfchen von dachig angeordneten Schuppen gedeckt, von denen die innerste Reihe die Krone darstellt. Im Innern befindet sich eine einzige Zwitterblüte, um welche herum fast zweimal kleinere, rein weibliche Blütchen gruppiert sind. Diese haben an dem unterständigen Fruchtknoten einen normalen, borstenförmigen Pappus, während die grosse Mittelblüte am Fruchtknoten keinen Pappus entwickelt, wogegen sich aber an der Basis des Fruchtknotens ein Kranz langer Haare ausgebildet hat, welche dann mit der Achaene abfallen, indem sie als Ersatz für den Pappus dienen.

Nachahmungen oder Analogien der Blüten in der Inflorescenz auf die Art, wie bei den Compositen, finden wir aber auch in verschiedenen anderen Familien. Wir erinnern diesfalls z. B. an die Inflorescenz einiger Arten der Gattung *Cornus* (C. florida, C. suecica), *Pimelea* (P. phy-

sodes, suaveolens, Gilyiana), *Gnidia* (G. capitata, G. Krausiana), *Rhodoleia* (R. Championi — Fig. 516), *Cephaelis tomentosa* Vahl, *Androcymbium melanthioides* W. (Liliac.), *Haemanthus Goetzii* Harms. (Amaryl.) u. a.

Einige Arten der Gattung *Darwinia* (Myrtac. — Australien, Fig. 517) besitzen kleine, ungefärbte oder fast unauffällig gefärbte, bei einigen Arten sogar kronblattlose Blüten (D. Meisneri Bth.), welche in ein dichtes, kugeliges Köpfchen gestellt sind, das von aussen in schön rot gefärbte Hochblätter eingehüllt ist, so dass das Ganze irgend einer mehrblättrigen Blumenkrone ähnlich ist. Hier vertreten diese gefärbten Hochblätter die abortierte Krone der inneren Blüten.



Fig. 517. **Darwinia macrostegia** Bnth. Blütenköpfchen einfache Blüten nachahmend. (Nach Niedenzu.)

Höchst sonderbare Verhältnisse finden wir bei der nahe verwandten Art *Actinodium Cunninghami* (Austral.), wo die winzigen Blüten ein dichtes, endständiges Köpfchen zusammensetzen. Jede Blüte ist von einer häutigen Braktee gestützt und am Stiele mit zwei häutigen Vorblättern (α, β) versehen. Die äusseren Blüten verwandeln sich aber in einen gestielten, aus 7—8 häutigen Blättchen und zwei Vorblättern gebildeten Fächer. Diese Fächer sind kronenartig gefärbt und dienen als eine strahlförmige Hülle des ganzen Köpfchens.

Eine sehr interessante Inflorescenz besitzt die Gattung *Hydrangea* und deren Verwandtschaft (Saxifr.), deren Inflorescenz aus reichblütigen Rispen oder Schirmtrauben bestehen. Die Seitenblüten haben die Kelche in grosse, schön corollinisch gefärbte Petalen verwandelt, während die eigentliche Krone, ebenso die Staubgefässe und der Fruchtknoten der Verkümmerung unterliegen. Die inneren Blüten sind zwitterig, fertil, aber nur mit unscheinbaren Petalen versehen. Bei der Art *Schizophragma hydrangeoides* S. Z. geht die Transformation der Randblüten so weit, dass von der ganzen Blüte nur das corollenartige, gefärbte, grosse Petalum — der umgewandelte Kelchzipfel —, unter welchem an dem Zweige kleine Blüten sitzen, übrig bleibt (Fig. 518).

Seit langem ist der Blütenstand der Gattung *Euphorbia*, welcher Cyathium genannt wird, bekannt (Fig. 519). Es sind dies verhältnismässig



Fig. 518. **Hydrangea Hortensia** DC, Blütenstandspartie mit den kleinen Zwitterblüten und einer grossen Randblüte (nach Baillon), R) **Schizophragma hydrangeoides** S. Z., Randblüte in ein gefärbtes Petalum umgewandelt (nach Engler Fam.).

kleine Inflorescenzen, welche eine getreue Nachahmung der einfachen Blüte, als welche sie auch von den älteren Botanikern angesehen wurden, darstellen. Heute zweifelt niemand mehr daran, dass es sich da um eine ganze Inflorescenz handelt. Wir wollen uns auch nicht mit einer langen Beweisführung bezüglich dieses morphologischen Faktums aufhalten und verweisen diesfalls auf die Arbeiten Eichlers und Čelakovskýs. Das Cyathium ist eine Cyme, deren Abschluss von einer weiblichen, perigonlosen Terminalblüte (Fig. 4, Taf. VI), welche aus dem Cyathium an längerem Stiele herausragt, gebildet wird. Rings um diese Blüte entspringen aus den Achseln der 5 Brakteen 5 Wickel männlicher Blüten. Die Brakteen wachsen zu einem glockenförmigen Becher zusammen und von den männlichen Blüten blieb ein einziges Staubgefäss übrig, welches den Abschluss des dünnen Stiels bildet, von welchem es gliederartig abgeteilt ist (das terminale Staubgefäss). Dass es sich da um eine reduzierte Blüte handelt, geht aus dem Umstande hervor, dass bei der verwandten Gattung *Anthostema* (Fig. 519) an dem Gliede faktisch noch ein Perigon vorkommt und dass alle Staubblätter wickelartig angeordnet sind und äusserlich häufig von schuppenförmigen Vorblättchen gestützt werden.

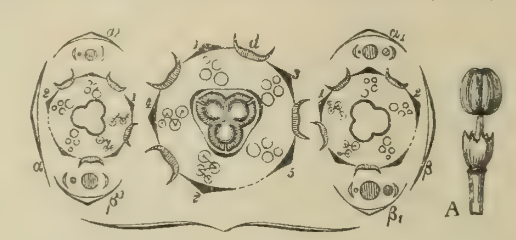


Fig. 519. Diagramm der zusammengesetzten Inflorescenz von **Euphorbia Peplus** (nach Eichler), A) männl. Blüte von **Anthostema** (nach Baillon).

Hier enthält also das Cyathium nur die unumgänglich notwendigen Blütenteile, nämlich die Staubgefässe und den Fruchtknoten; die übrigen Bestandteile werden durch Organe der Inflorescenz ersetzt. Das Perigon wird durch die verwachsenen Brakteen vertreten, an denen sich zwischen den Zipfeln gewöhnlich halbmondförmige Drüsen bilden, welche Nektar absondern und daher den Dienst von Nektarien versehen. Diese Anhängsel pflegen eine verschiedenartige Gestalt anzunehmen, so sind sie bei *E. Ipecacuanha* trichterförmig, bei *E. globosa* (Fig. 7, Taf. VI) sind sie in 3 lange Finger geteilt, wodurch ein ganzer Kranz am Rande des Cyathiums entsteht. Bei

E. albomarginata T. G. (Amerika) sind sie zu grossen, weiss oder rötlich gefärbten Petalen verbreitert, welche an der Basis eine purpurrote Drüse tragen, wodurch das Cyathium die Gestalt einer Blüte mit schönen Kronblättern erhält. Die Stelle gefärbter Kronblätter vertreten aber am häufigsten gefärbte Hochblätter, welche das Cyathium stützen; so befinden sich bei *E. pulcherrima* in der ganzen Inflorescenz prachtvoll feurig gefärbte Hochblätter. Die Cyathien verhalten sich so, wie anderwärts die Blüten, indem sie ganze, zusammengesetzte Inflorescenzen bilden.

Der, der Gattung *Euphorbia* verwandte mexikanische Strauch *Pedilanthus aphyllus* Boiss. (Fig. 6, Taf. VI) hat endlich das ganze Involucrum des Cyathiums rot gefärbt und zygomorph in einen Sporn verlängert. Auch hier verhält sich die Hülle so, wie anderwärts die Krone.

Der Gattung *Euphorbia* ähnlich ausgestaltete Inflorescenz besitzt ebenfalls die nahe verwandte exotische Art *Dalechampia Roezliana*, welche bei uns in Glashäusern allgemein kultiviert wird. Das Ganze stellt hier eine einfache Blüte mit zwei grossen, roten Hochblättern (Fig. 520) dar, von denen eins infolge der Zygomorphie des ganzen Blütenstandes grösser erscheint. Zuerst gehen zwei grüne Vorblätter (*c*) voran. Mit den grossen Hochblättern wechseln zwei kleinere (*d*), nach welchen folgt ein in der Symmetrale gestelltes Hochblatt (*e*), dessen gegenständiges Blatt abortiert hat. Hinter diesem Hochblatt (*e*) steht ein Dichasium 3 weiblicher Blüten. Dann folgen zwei abwechselnde Blattpaare (*i*, *f*,), welche eine Inflorescenzgruppe umringen, in welcher die Terminalblüte (*k*) steht, der rechts und links einige andere männliche Blüten untergeordnet sind, während oberhalb derselben auf einem hervortretenden Discus ein gelbes, kopfförmiges, drüsiges Gebilde (*n*) zum Vorschein kommt. Dieser Drüsenapparat ist aus einer männlichen Blütengruppe entstanden. Die ganze Inflorescenz stellt eine ansehnliche, grosse, zygomorph gebaute Blüte vor. (Siehe zur Vergleichung die Arbeit von Urban im Jahrb. d. Berlin. bot. Gart. IV.)

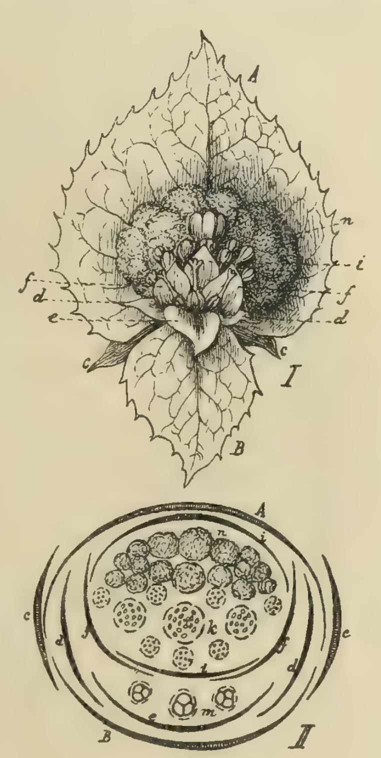


Fig. 520. **Dalechampia Roezliana** Müll. Zusammengesetzter Blütenstand, eine einfache Blüte nachahmend, mit erläuterndem Diagramme. (Original.)

Wir sehen also, dass die Cyathien der Euphorbiaceen zu den bemerkenswertesten Analogien der Blüten in der Pflanzenwelt gehören.

Eine nicht minder interessante Blütenanalogie stellen uns schliesslich die Blütenkolben (spadix) in der Familie der *Araceen* vor. Der Kolben der Araceen ist in seiner ursprünglichen Form eine Ähre, welche den blattlosen Schaft abschliesst; unterhalb dieser Ähre befindet sich ein Hochblatt, welches eine besondere Funktion übernommen hat. Bei der Mehrzahl der Gattungen vergrössert es sich bedeutend und nimmt eine schöne Färbung an (Anthurium, Calla); es wird in dieser Form Scheide (spatha) genannt. In der Jugend verrichtet diese den Dienst einer Kolbenhülle und zur Zeit der Blüte jenen einer farbigen Krone. Nur selten hat die Scheide die Gestalt eines grünen Blatts (Acorus) und als solches stellt sie sich in die Richtung des gleichermassen geformten Schaftes, so dass sie ein Abschluss des letzteren zu sein scheint.

Der Kolben mit der Scheide stellt im ganzen wiederum eine einfache Blüte vor. Ursprünglich sind alle Blüten im Kolben gleich ausgebildet, indem sie ein sechszähliges Perigon und 6 Staubgefässe enthalten und den ganzen Kolben bedecken *(Acorus, Anthurium)*. Nun aber beginnen sich diese Blüten bei verschiedenen Gattungen und in verschiedenem Grade zu reduzieren. So namentlich sondert sich das männliche von dem weiblichen Geschlecht und bilden sich am Kolben abgesonderte Gruppen beider Geschlechter (Arum). Gewöhnlich bedecken sie bloss den unteren Teil des Kolbens. Fernerhin abortiert das Perigon und stehen dann die Staubgefässe der einzelnen Blüten eng nebeneinander, so dass die einzelnen Blüten schon gar nicht mehr unterschieden werden können. Die einzelnen Staubblätter einer Blüte verwachsen und bilden Gruppen von verschiedener Antherenanzahl (Synandria). Ein solches Beispiel haben wir an der abgebildeten Gattung *Spathicarpa* (Fig. 521), wo die Synandrien von einem Schild abgeschlossen sind, welcher 6 Staubbeutel (3 Staubgefässe) trägt. Das Perigon ist vollständig verschwunden, infolgedessen blieben von den weiblichen Blüten bloss die Fruchtknoten übrig, welche zwischen den Synandrien frei auseinandergestellt sind. Rings um die Fruchtknoten und um die Synandrien befinden sich kugelige Drüsen, welche den Dienst von Nektarien versehen, nach Engler angeblich Staubgefässe (Staminodien). Der

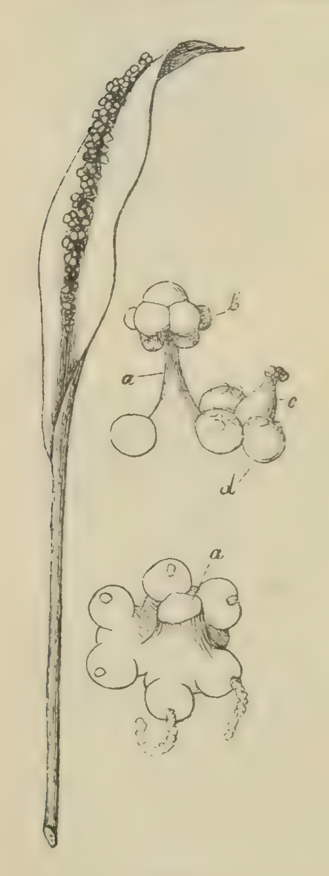


Fig. 521. Blütenstand von **Spathicarpa**; a) dreizähliges Synandrium, b) Antheren, c) Fruchtknoten, d) Honigdrüsen. (Original.)

ganze Kolben der Spathicarpa ist an ihre Scheide der Länge nach angewachsen.

In der Gattung *Ambrosinia* geht die Reduktion noch weiter: hier bilden die männlichen Blüten bloss zwei Reihen von Staubbeuteln an der oberen Kolbenpartie; unterhalb derselben, in der Höhlung der Scheide, an der Basis, sitzt der einzige Fruchtknoten als Überrest der weiblichen Blüten. In der Gattung *Pistia* schliesslich (Taf. III, Fig. 8, 9) stellt der ganze Kolben samt der Scheide die Blüte vor, in welcher sich das vierbeutelige Staubgefäss (ein Synandrium mit 2 Staubgefässen) und ein Fruchtknoten befindet. Beides wächst an die Scheide an. Schon im II. Teile haben wir dargelegt, dass die Familie der *Lemnaceen* eigentlich ein degenerierter Zweig der Araceen ist, in welchem die Reduktion des Blütenkolbens einen ungewöhnlichen Grad erreicht hat. Hier, z. B. bei *Lemna trisulca* haben wir eine kleine, häutige Scheide und in derselben einen Fruchtknoten und 2 Staubgefässe (Fig. 542). Und bei *Wolffia arrhiza* verschwindet schliesslich auch die Scheide und bleibt lediglich ein Staubgefäss und ein Fruchtknoten übrig — ein Überrest des Blütenkolbens der Gattung Anthurium!

B. Das Blütendiagramm.

Die Blüte der Angiospermen stellt uns eine mehr oder weniger verkürzte Achse vor, auf welcher in phyllotaktischer Anordnung orientierte und den Kopulationszwecken angepasste Phyllome sitzen.

Die so gegebene Definition der Blüte ist einfach und selbstverständlich und für alle Fälle ausnahmslos gültig. Den älteren Botanikern schien es und auch viele, die der Neuzeit angehören (z. B. Eichler u. a.) sind noch heute der Ansicht, dass es unmöglich sei, eine präzise Definition der Blüte zu geben, was davon herrührt, dass sie die Ovula als Knospen, viele Placenten als Bestandteile der Achse und die Mehrzahl der Receptacula als ausgehöhlte Achsen ansehen. In diesem Sinne muss allerdings zugegeben werden, dass es ein Ding der Unmöglichkeit ist, die Definition der Blüte zu geben. Wir werden aber in den nachfolgenden Kapiteln zeigen, dass die eben angedeuteten Anschauungen durchweg falsch sind.*) Autor unserer Definition ist eigentlich der geniale Denker

*) Die vergleichende Morphologie hat infolge ihrer Präzision und Reellität viel gemeinsames mit der Mathematik. So wie in dieser, kann man auch in der Morphologie zu keinem richtigen Endresultate gelangen, wenn in den Prämissen ein Fehler unterlaufen ist. Viele, statt den Fehler in den Beobachtungen zu suchen, wenn sie zu unmöglichen oder unrichtigen Schlüssen gelangen, verkünden dann, dass die Morphologie eine unmögliche Wissenschaft sei. Das ist aber ein oberflächlicher, ernster Forscher unwürdiger Vorgang.

Goethe, welcher zuerst darauf aufmerksam gemacht hat, dass alle Schuppen, Hochblätter, ebenso auch die grünen Blätter wie auch alle sonstigen Bestandteile der Blüte lediglich verschiedenartig metamorphosierte Phyllome von gleichem morphologischem Werte sind.

In diesem Kapitel werden wir uns vor allem mit der Beobachtung der Anordnung der Blütenbestandteile befassen. Im II. Teile haben wir gesehen, dass die Blätter an den Achsen eine bestimmte Ordnung einhalten, welche auch durch mathematische Formeln ausgedrückt werden kann. Es ist also natürlich, dass auch an der Blütenachse, welche ohnedies nur ein Abschluss der vegetativen Achse zu sein pflegt, die Bestandteile der Blüte (der Kelch, die Blumen-, Staub- und Fruchtblätter) in bestimmter Anordnung orientiert sind. Die primitivste derartige Anordnung entspricht irgend einer genetischen Spirale — und tatsächlich sind die Staubblätter und Fruchtschuppen der Koniferen auf diese Weise an der Blütenachse gestellt. Bei den Koniferen überwiegt also die spiralige Anordnung. Bei den Angiospermen ist diese Anordnung eine Seltenheit, wie wir gleich hören werden. Hier sind die Blütenbestandteile meistenteils im Kreise oder zur Hälfte im Kreise und zur Hälfte in der Spirale gestellt. Daraus könnte leicht der Schluss gezogen werden, dass die spiralige Anordnung die ursprüngliche sei und dass aus derselben die kreisförmige (cyklische) sich erst entwickelt habe. Selbst dann, wenn diese Ansicht für die Mehrzahl der Angiospermenblüten richtig wäre, dürften wir dennoch nicht vergessen, dass die alten Typen der Angiospermen gleich anfangs eine cyklische Anordnung gehabt haben konnten, denn bei den Schachtelhalmen sehen wir auch eine cyklische Anordnung neben den gleichalterigen und gleich vollkommenen Farnen und Lycopodiaceen, welche eine spiralige Anordnung zeigen.

Wir werden im nachfolgenden sehen, dass die Pläne, nach denen die Blütenteile angeordnet sind, für bestimmte Verwandtschaftskreise mehr oder weniger Konstanz besitzen. Es liegt demnach nahe, die Frage zu stellen, was dieser eigentümlichen Phyllotaxis in den Blüten zugrunde liegt. Wir kommen da in Verlegenheit, ebenso wie bei der Nachforschung nach dem Ursprunge der Phyllotaxis der vegetativen Organe. Manche Stellung lässt sich durch den Wuchs oder Druck, durch Zygomorphie oder durch eine andere biologische Ursache erklären, aber in der grössten Anzahl der Fälle müssen wir gestehen, dass wir diese Ursache nicht kennen. Denn, warum sind z. B. die Blüten der Monokotylen nach 3 und jene der Familie der Labiaten und Umbelliferen nach 5 angeordnet? Diese Pläne entstanden zu Urzeiten, vielleicht auch zufällig und die ganze Nachkommenschaft hat sich dieselben erblich zu eigen gemacht.

Unsere erste Aufgabe wird es sein, die phylogenetische Entwicklung der einzelnen Pläne in der Blütenanordnung kennen zu lernen und die Gesetze festzulegen, nach denen diese Entwicklung vor sich geht. Hie

und da werden wir auch den biologischen Zusammenhang mit dieser Entwicklung hinzufügen, insoweit derselbe mit Sicherheit nachweisbar sein wird.

Den Verlauf der spiraligen Anordnung der Blätter an den Vegetativachsen haben wir in der Projektion angedeutet. Den gleichen Vorgang werden wir auch bei den Blüten einhalten. Die in der Projektion angeordnete Anordnung der Blütenteile nennt man ein Diagramm. Im Diagramm bezeichnen wir die Mitfolge und die Abwechslung der Quirle der Blütenbestandteile; annähernd wird auch ihre Form, ihre gegenseitige Deckung, ihr Zusammenwachsen, ihre Anzahl, ihre mannigfaltigen Anhängsel, die mannigfachen Emergenzen aus der Blütenachse und die Anordnung der Eichen an den Placenten angedeutet. Das Diagramm zeigt uns auch die Lage der Blüte zur Mutterachse und dem Stützblatte. Das Diagramm ist demzufolge ein Schema, welches aber der Wirklichkeit nahe steht. Manchmal entspricht ein Blütendurchschnitt dem künstlichen Diagramme recht gut, wie es z. B. die Fig. 603 der *Staphylaea* bestätigt. Und nachdem ganze Familien oder wenigstens Gattungen durch eine bestimmte diagrammatische Zusammensetzung charakterisiert sind, so können wir aus einem blossen Diagramm nicht nur die ganze Natur einer Blüte herauslesen, sondern auch die verwandtschaftlichen Beziehungen abschätzen. Keine, noch so umständliche Auseinandersetzung in Wort und Schrift kann uns über die Zusammensetzung einer Blüte so belehren, wie ein einfacher Blick auf das Diagramm. Deshalb ist das Diagramm allen Morphologen und Systematikern zur wichtigsten wissenschaftlichen Methode geworden. Es ist heutzutage geradezu undenkbar, die wissenschaftliche Analyse einer Familie ohne Hinzufügung von Diagrammen zu geben.

Man hat früher nach dem Beispiele Grisebachs (1854) statt der Diagramme Formeln gebraucht. So war z. B. K_5 C_5 A_5 G_3 die Formel für die Gattung *Viola*. Aber derartige Formeln sind unzureichend, da sie die Alternierung, Deckung, Stellung der Ovula etc. nicht ausdrücken.

Das umfänglichste und wertvollste Werk über das Blütendiagramm hat in den J. 1875 und 1878 Eichler herausgegeben. Diese auf breiter Grundlage aufgebaute Arbeit wird für die Morphologen und Systematiker für alle Zeiten den wichtigsten Behelf liefern. Es wäre nur wünschenswert, dass eine zweite Auflage dieser Publikation veranstaltet würde, in welcher zahlreiche Verbesserungen und Ergänzungen Platz finden und stellenweise Kürzungen der allzu weitläufigen Erläuterungen behufs besserer Übersicht vorgenommen werden könnten.

Nur in dem leider so verbreiteten Widerwillen gegen die Morphologie, welchen zum grossen Teile die unberufenen Lästerer dieser Wissenschaft verschuldet haben, sehe ich den Grund, warum Eichlers Meisterwerk keinen Nachfolger in Arbeiten dieser Richtung gefunden hat. Eichler hat zumeist nur die heimische Flora Europas und von Exoten nur einige wenige Repräsentanten bearbeitet. Heutzutage werden aber

nur in den Gärten allein so viele exotische Pflanzen kultiviert und liesse sich ausserdem aus den Gärten der Tropenländer eine solche Menge von Blüten exotischer Arten beschaffen, dass das Studium derselben zum mindesten noch zwei solche Bände, auf welche das Werk Eichlers sich beschränkt, anfüllen könnte. Es würde mich freuen, wenn diese Zeilen namentlich die jüngere botanische Generation zur Tätigkeit in dieser Richtung aufmuntern würden.

1. Die Grundgesetze der Diagrammzusammensetzung.

In der Figur 522 sind 2 Grundtypen des Diagramms der Angiospermen dargestellt. Die Figur *(A)* führt uns in der ganzen Blüte die cyklische Anordnung vor, wie dieselbe bei der gemeinen Tulpe, beim Goldstern, beim Schneeglöckchen und überhaupt in der Familie der Liliaceen vorkommt. Wir sehen da 2 Perigonkreise, zwei Kreise von Staubblättern und einen Kreis von Karpellen, welche den dreifächerigen Fruchtknoten zusammensetzen. Alle diese Kreise (Quirle) sind voneinander abgesondert und wechseln untereinander ab. Sie sind insgesamt durch die Zahl 3 ausgezeichnet. Derartige cyklische Diagramme sind in der Pflanzenwelt am meisten verbreitet, allerdings nach verschiedenen Zahlen und mit verschiedenen Varianten.

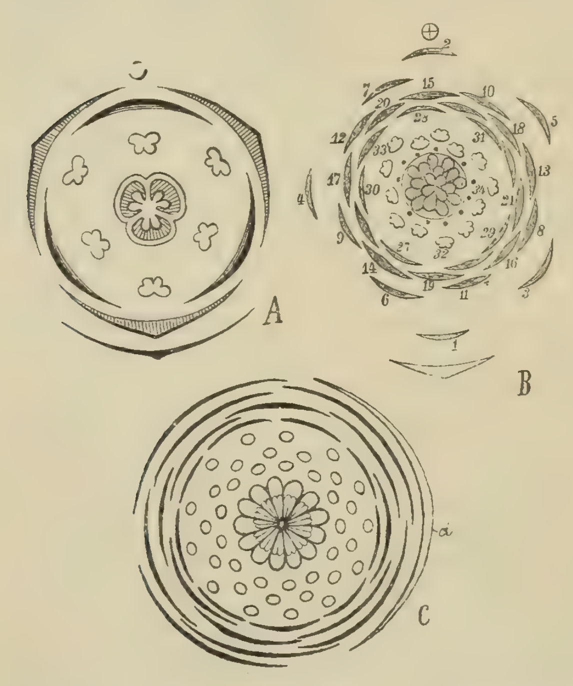


Fig. 522. A) Cyklisch trimere Blüte von **Ornithogalum umbellatum**, B) acyklische Blüte von **Calycanthus floridus**, C) **Illicium floridanum**, die acyklische Blüte im Übergange zur cyklischen. (A, B nach Eichler, C Orig.).

Auf dem Diagramm der Gattung *Adonis* sehen wir, dass der Kelch einen fünfzähligen, die Krone einen achtzähligen Kreis bildet; bei *A. vernalis* gibt es 2 Kronenkreise. Die Staubblätter aber und die Fruchtknoten sind auf dem Blütenboden frei auseinandergestellt, indem sie keine Kreise, sondern eine, der Divergenz $^{5}/_{13}$ sich annähernde genetische Spirale bilden. Solche Blüten nennen wir hemicyklische

Blüten. Diagramme dieser Art sind nicht sehr zahlreich, sie sind aber für viele Familien charakteristisch. So begegnen wir denselben in den Familien der Ranunculaceen, der Magnoliaceen, der Anonaceen, der Rosaceen u. a. Wenn hiebei der Blütenboden sehr bedeutend verlängert ist, so, dass er eine walzenförmige Achse darstellt, so sind die zahlreichen Fruchtknoten an demselben dicht aneinandergereiht, indem sie regelmässige Parastichen auf die Art wie die Schuppen an den Koniferenzapfen bilden. In der Familie der Cacteen sind dementgegen die Perigone und Staubblätter spiralig, während der Fruchtknoten cyklisch ist.

Auf der Fig. *B* schliesslich sehen wir das Blütendiagramm des Strauchs *Calycanthus floridus*, dessen mit grünlichen Schuppen beginnende Perigonblättchen allmählich in Kronblätter übergehen. Aber alle zusammen bilden eine, der Divergenz $^{8}/_{21}$ sich nähernde Spirale. Diese Spirale übergeht weiter in die Staubblatt- und Fruchtknotenspirale. Die ganze Blüte ist also a c y k l i s c h angeordnet. Eine derartige Zusammensetzung der Blüten ist bei den Angiospermen sehr selten. Allgemein verbreitet allerdings ist diese Anordnung bei den Blüten der Gymnospermen, wo die Staubblätter und Fruchtknoten (Fruchtschuppen) eine zusammenhängende Spirale bilden. Wenn wir die Hüllschuppen unterhalb der männlichen Blüte als Perigon ansehen, so ist auch dieses dann oft spiralig zusammengesetzt. In der Gattung *Cycas* bilden schliesslich die Fruchtblätter nur einen Teil der Blattspirale am Stamme und folgen denselben dann wieder grüne Blätter. Hier verschwindet also nicht nur die cyklische Anordnung der Blütenphyllome, sondern auch der geschlossenen Blüte überhaupt. Mit diesen Blüten könnten die abnorm d u r c h w a c h s e n e n B l ü t e n der Angiospermen, welche sich nach den Karpellen oder Staubblättern weiterhin zu einer Achse verlängern und neuerdings grüne Blätter hervorbringen, verglichen werden.

Es lässt sich also nicht in Abrede stellen, dass wir in der acyklischen Blüte einen alten und in der cyklischen häufig einen neueren Typus erblicken müssen. Das bestätigen uns manche Familien, bei denen wir schön verfolgen können, wie die Spirale sich in Absätze oder eigentliche Cyklen zerreisst. Sehr anschaulich sehen wir dies bei der Gattung *Nymphaea*, wo die zahlreichen Staubblätter sich allmählich aus der zusammenhängenden Spirale in polymerische Kreise zerreissen. Schon vor mehreren Jahren habe ich auf diesen Umstand bei der Gattung *Illicium*, wo das Perigon eine mit einem häutigen Vorblatte (α) beginnende, zusammenhängende Spirale (so bei *I. floridanum* Fig. *C* in der Anzahl von beiläufig 27) bildet, hingewiesen. Die Staubblätter bilden hier 3 abgeteilte Kreise, 13 an Zahl. Bei *I. religiosum* gibt es 2 Vorblätter (α, β) und stehen die Staubblätter in zwei 8zähligen Kreisen. In der Familie der *Ranunculaceen* gibt es viele Gattungen, welche zahlreiche, in viele Kreise angeordnete Staubblätter besitzen (Aquilegia). Bei den Gattungen *Nigella, Eranthis, Helleborus* verziehen sich

die senkrechten Reihen der Staubblätter zu schiefen Reihen, so dass daraus fast eine spiralige Anordnung entsteht — oder besser umgekehrt gesagt: wir sehen, wie aus der spiraligen Anordnung zahlreiche, abwechselnde Kreise sich bilden. Auch die Karpelle nehmen in der Abteilung *Helleboreae* dieser Familie allmählich ab, bis sie bloss einen einzigen Kreis bilden, welcher in der Gattung *Nigella* sogar zu einem fünffächerigen Fruchtknoten zusammenwächst. Aber manchmal finden wir bei der Gattung *Aquilegia* hinter einem Karpellkreise noch einen abwechselnden, was eine atavistische Erscheinung ist, welche an die gewesenen zahlreichen acyklischen Karpelle erinnert. Dass in dieser Familie der ursprüngliche Blütentypus ein acyklisches und polymerisches Diagramm war, wird auch durch den Umstand bestätigt, dass das Perigon zumeist höhere Zahlen als 5 aufweist und dass auch dort, wo normalerweise 5 vorkommen, häufig höhere Zahlen gefunden werden (Ranunculus u. a.). In den Gattungen *Ceratocephalus* und *Myosurus* sinkt die Zahl der Staubblätter häufig auf 5 herab, welche dann mit den Petalen abwechseln und einen wirklichen Cyklus bilden. In der Familie der *Ranunculaceen* können wir überhaupt die ganze phylogenetische Entwicklung der Blüte aus einem acyklisch-polymerischen in einen polycyklischen und polymerischen, schliesslich in einen oligocyklischen und oligomerischen Plan verfolgen. Mit dieser Erscheinung hängt hier gleichzeitig die Differenzierung des einheitlichen Perigons in einen Kelch und in eine Krone und die Unbeständigkeit der Zahl im ganzen Blütenplane zusammen (Clematis recta hat im Perigon z. B. die Zahlen 4, 5, 6, 7, 8).

Das hier an der Familie der *Ranunculaceen* angeführte Beispiel wiederholt sich aber in vielen anderen Verwandtschaftskreisen, wie wir noch hören werden. In Konsequenz dieses Faktums müssen wir überhaupt jede vollkommen cyklische Blüte als eine zusammenhängende Spirale ansehen, welche sich in Abteilungen von gleicher Anzahl, die uns die einzelnen Cyklen darstellen, zerrissen hat. Es sind also alle Cyklen Teile einer Spirale und als solche zeigen sie auch die ursprünglich spiralige Anordnung nach irgend einer Divergenz. Weil die nacheinanderfolgenden Kreise abwechseln, so müssen wir im Sinne Schimpers und Brauns mit einer bestimmten Prosenthese übergehen, damit wir in der Spirale aus einem Kreise in den anderen fortschreiten können. Die zwei fünf- und dreizähligen Diagramme von *Berberis vulgaris* (Fig. 532) mit Andeutung der Zahlenfolge werden die Sache am besten verdeutlichen. Die Deckung des Perigons hängt allerdings mit der zugehörigen Divergenzfolge zusammen ($^2/_5$, $^1/_3$).

Eine interessante Bestätigung der eben gegebenen Auslegung finden wir in den weiblichen Blüten von *Smilax aspera*. Hier stehen rings um den Fruchtknoten 2 abwechselnde Kreise von Staminodien. In dem äusseren Kreise ist aber stets eines grösser und den Perigonblättchen ähnlich, was die Bedeutung hat, dass sich hier der Staubblätterkreis dem inneren Perigonkreise anschliesst.

Auf Grund von Vergleichungen der verschiedenartigsten cyklischen Blütendiagramme kann man nachstehende allgemein gültige Regeln aufstellen:

a) Der ganze Blütenplan richtet sich nach einer und derselben Zahl oder ihrem Vielfachen; nur der Fruchtknoten pflegt eine geringere Zahl zu haben. In einem solchen Falle geschieht es manchmal, dass der nächste Kreis sich nach der Zahl des Fruchtknotens richtet (Fruchtknotenadaptation).

b) Der ursprüngliche Typus des Blütendiagramms war die acyklische Polymerie, dann die polymerische Polycyklie, welche allmählich in die Oligocyklie und Oligomerie übergeht.

c) In der cyklischen Blüte bemühen sich die nacheinander folgenden Kreise abzuwechseln (das Gesetz der Alternierung).

d) Die ursprünglich superponierten Kreise sind selten; gewöhnlich entsteht die Superposition infolge der Abortierung eines Kreises zwischen den beiden superponierten.

e) In gewissen Familien und Gattungen oder überhaupt Verwandtschaftsgruppen lässt sich eine allmähliche Stabilisierung des Blütenplans nach einer Zahl verfolgen.

f) Wenn sich Blütenteile in einem Kreise decken, so erfolgt dies ursprünglich nach den allgemeinen Grundregeln der Phyllotaxis überhaupt; jede andere Deckung ist eine sekundäre Erscheinung.

Wir wollen nun jeder dieser Regeln noch besonders unsere Aufmerksamkeit widmen.

Die gewöhnlichsten Zusammensetzungen der Blütenkreise sind folgende: der Kelchkreis, der Corollenkreis, 1—2 Staminalkreise und 1 Fruchtknotenkreis. Von diesem Typus haben wir allerdings eine Menge von Abweichungen: so sind bei den Ranunculaceen, Berberideen, Menispermaceen mehrere Perigonkreise (bei Nandina und Sychnosepalum 8—9) vorhanden; in der Familie der Lauraceen, Rosaceen, Alismaceen, Ranunculaceen u. a. finden wir mehrere Staminalkreise. Mehrere Fruchtknotenkreise sind selten; so bei den Alismaceen, Butomaceen. Dementgegen haben wir in reduzierten Blüten nur einen einzigen Perigonkreis, einen einzigen Staminalkreis und in diklinischen Blüten hinter dem Perigonkreise bloss einen Staminalkreis oder bloss einen Fruchtknotenkreis. Die männlichen Blüten der Gattungen *Carex* und *Myrica* sind z. B. lediglich aus 1 Kreise von Staubblättern zusammengesetzt

Die am häufigsten vorkommenden Blüten sind jene mit 1—2 Staminalkreisen und mit 2 Perigonkreisen. So die Compositen, Campanulaceen, Rubiaceen, Cucurbitaceen, Boraginaceen, Solanaceen, Labiaten, Violaceen,

Droseraceen, Malvaceen, Umbelliferen, Caryophyllaceen, Liliaceen, Amaryllidaceen, Juncaceen, Orchidaceen, Apocynaceen, Asclepiadaceen u. s. w. Je nach der Anzahl der Staminalkreise heissen sie triplostemonische oder diplostemonische.

Die in den Blütenkreisen vorkommenden Zahlen gehen von 2 bis 30. Am häufigsten kommen die Zahlen 3, 4, 5 vor. Die Zahl 3 ist die gewöhnlichste in den monokotylen Familien, die Zahl 5 in den dikotylen. Einige Beispiele (Fig. 522 a):

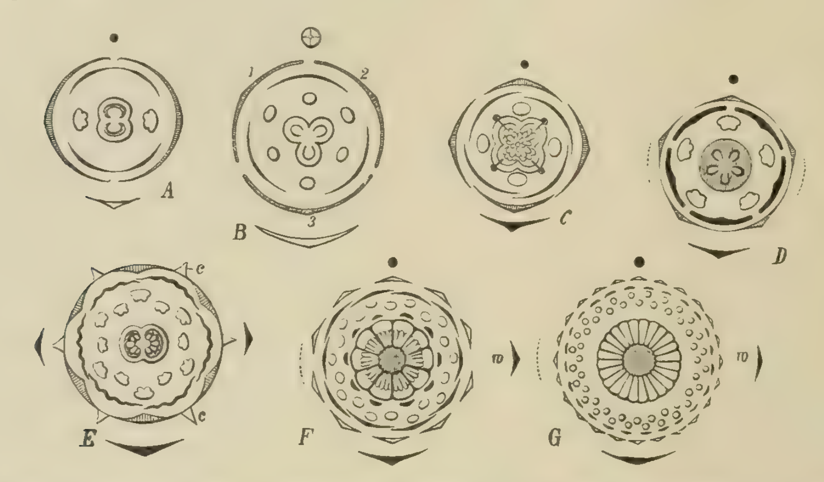


Fig. 522 a. Beispiele von 2—24zähligen Blüten. A) **Circaea lutetiana**, B) **Floerkea proserpinacoides**, C) **Tamarix tetrandra**, D) **Hedera Helix**, E) **Lythrum Salicaria**, F) **Sempervivum montanum**, G) **Greenovia polymorpha**. (Nach Eichler.)

Zweizählige Blüten: Hevetiopsis flexilis, Stemona, Circaea.

Dreizählige Blüten: Liliaceae, Amaryllidaceae, Zingiberaceae, Iridaceae, Juncaceae, Orchidaceae, Cneorum, Persea, Camphora, Berberis, Nandina, Floerkea u. s. w.

Vierzählige Blüten: Galium, Asperula, Moenchia, Sagina, Cornus, Trapa, Epilobium, Glaux, Ilex, Tamarix, Paris, Radiola, Rhodiola, Aspidistra etc.

Fünfzählige Blüten: Rosa, Prunus, Compositae, Solanaceae, Violaceae, Primulaceae, Umbelliferae, Papilionaceae, Caryophyllaceae, Hedera Helix u. s. w.

Sechszählige Blüten: Heimia und viele andere Lythraceae, Lysimachia thyrsiflora.

Siebenzählige Blüten: Trientalis europaea.

Achtzählige Blüten: Sedum coeruleum, Rubus arcticus.

9—30zählige Blüten: bei verschiedenen Gattungen der Familie der Crassulaceen.

Die Zahl, nach welcher eine cyklische Blüte angelegt ist, wird streng in allen Kreisen eingehalten, nur im Fruchtknoten sehen wir manchmal

eine Reduktion auf eine kleinere Zahl, so dass es häufig geschieht, dass in einer mehrzähligen Blüte schliesslich der Fruchtknoten einzählig ist (bloss ein Karpell aufweist). Wenn verschiedenzählige (heteromerische) Kreise in der Blüte (ausser dem Fruchtknoten) vorkommen, so ist ganz sicher Dédoublement, Abort, Homoeocyklie oder das Zusammenfliessen zweier und mehrerer Kreise zu einem einzigen die Ursache davon. Die Heteromerie ist niemals ein primärer Zustand und lässt sich, wie es Eichler tut, niemals durch allgemeine Gesetze auslegen. Hier muss der Sachverhalt in jedem einzelnen Falle besonders in Untersuchung gezogen werden.

Eine Ausnahme von dieser Regel bildet bloss die Fruchtknotenadaptation, auf welche bisher von keinem Autor aufmerksam gemacht worden ist, obzwar dies eines der wichtigsten diagrammatischen Gesetze ist. Und eben die Unkenntnis dieses Gesetzes hat zu unrichtigen, allgemeinen und speziellen Deduktionen geführt.

Die Fruchtknotenadaptation besteht darin, dass sich die Staminalkreise in der Blüte, was die Anzahl und Alternierung anbelangt, nicht bloss nach den vorangehenden Perigonkreisen, sondern auch nach dem Fruchtknotenkreise richten. Infolge dessen legt sich die Blüte gewissermassen von zwei gegenüberliegenden Polen, und zwar ungleich, an: von der Seite des Perigons (eventuell des Kelchs) und von der Seite des Fruchtknotens her. Deshalb hat dann die Blüte in einer Hälfte eine andere Zahl als in der anderen.

Die Blüten des *Platycodon grandiflorus* (Campanul.) zeigen im Diagramm eine sehr unstäte Zahl; wir finden hier folgende Verhältnisse, allenfalls auch an einer und derselben Pflanze:

1. —K_5, C_5, A_5, G_5.
2. —K_6, C_6, A_6, G_6.
3. —K_7, C_7, A_7, G_7.
4. —K_8, C_8, A_8, G_8.
5. —K_6, C_6, A_5, G_5.
6. —K_7, C_7, A_6, G_6.
7. —K_8, C_8, A_7, G_7.

In den Fällen 1, 2, 3, 4 ist also die Blüte in allen Kreisen isomerisch, aber in den Fällen 5, 6, 7 ist der Kelch und die Krone um eine Zahl höher als die Staubblätter und der Fruchtknoten.

Sehr belehrend ist das Beispiel an der Gattung *Polygonum*. Bei einigen Arten ist das Perigon 5zählig (Fig. 523), so z. B. bei *P. aviculare*. Mit den Perigonblättchen wechseln 5 Staubblätter ab, dann folgt ein Kreis von 3 Staubblättern, welche mit einem dreikarpelligen und dreiseitigen Fruchtknoten abwechseln. Bei *P. lapathifolium* und *P. Persicaria* ist der Fruchtknoten abgeflacht, nur zweikarpellig; hier gibt es dann nur 2 innere Staubblätter, welche allerdings wiederum mit den Karpellen alternieren. Ausserdem aber kommt bei diesen Arten ein 4zähliges Perigon (2+2) vor mit einem

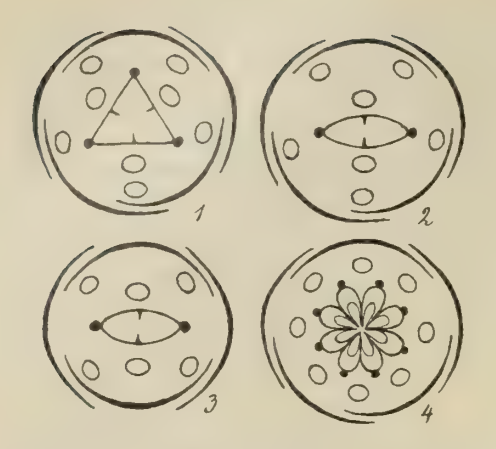


Fig. 523. **Fruchtknotenadaptation von Polygonum Hydropiper** (1—3), **von Phytolacca Kaempferi** (4). (Original.)

äusseren vierzähligen Kreise (welcher nach dem Gesetze der Homoeocyklie mit dem Perigon alterniert, vide Fig. 3) und einem inneren zweizähligen, welcher mit dem zweizähligen Fruchtknoten alterniert. Bei *P. Hydropiper* endlich kommen alle 3 Varianten vor (1—3).

Es kann kein beredsameres Beispiel geben, denn wir sehen hier schön, wie die inneren Staubblätter ihre Zahl sofort ändern, sobald die Zahl des Fruchtknotens einer Änderung unterliegt, während die äusseren Staubblätter sich nach der Zahl des Perigons richten. Die Deutung dieser Verhältnisse war den Autoren allerdings schwer, weshalb sie zu verschiedenen Kombinationen ihre Zuflucht nahmen (siehe Eichler, Schumann u. a.).

Viele vermuten, dass die äusseren 5 Staubblätter durch Dédoublement (2+2+1) entstanden seien, was jedoch unwahrscheinlich ist. Manchmal scheint es allerdings, als ob 2 Staubblätter mehr aneinander genähert wären, was aber davon herrührt, dass sie durch die breiten inneren Perigonblätter seitwärts gedrückt sind. Dass bei den Gattungen *Rheum* und *Rumex* Dédoublement vorkommt, ist begreiflich, weil die scharfen Kanten des Fruchtknotens direkt zwischen die beiden geteilten Staubblätter hineindringen. Hier entspricht auch das Dédoublement dem Blütenplane, während es bei der Gattung *Polygonum* (Fig. 1—2) ganz unerklärbar wäre. Aber auch dann, wenn wir das Dédoublement für *Polygonum* annehmen würden, möchte dadurch unsere Anschauung keine Änderung erfahren.

Ein lehrreiches Beispiel haben wir ferner an der Gattung *Phytolacca*. Bei *Ph. Kaempferi* z. B. ist das Perigon aus 5 Blättchen zusammengesetzt (Fig. 523). Hierauf folgt ein Kreis von Staubblättern, aber in der Anzahl von 8, welche mit einem Kreise von 8 Karpellen, welche untereinander nicht zusammengewachsen sind, alternieren. Manchmal geschieht es auch, dass nur 7 Karpelle vorhanden sind, wo dann auch sofort 7 Staubblätter im Kreise erscheinen. Ähnlich verhält es sich mit *Ph. decandra*, nur dass hier 10 Karpelle und 10 Staubblätter zuweilen vorkommen.

Eichler u. a. konnten diesen Plan abermals nicht begreifen. So sieht Eichler bei *Ph. decandra* in den 10 Staubblättern bloss 5 dédoublierte, auf die Weise wie bei anderen Arten, wo tatsächlich Dédoublement vorkommt. Der Fall bei *Ph. Kaempferi* lässt sich aber durch Dédoublement nicht erläutern und spricht allzu klar.

Auch in der Gattung *Hypericum* (incl. Androsaemum) kommt eine Fruchtknotenadaptation vor. Kelch und Krone sind fünfzählig, ebenso bei einigen Arten der Fruchtknoten. Ferner sind da 1—2 Kreise fünfzähliger Staubblätter (die äusseren häufig staminodial, *Vismia*). Bei vielen Arten aber ist der Fruchtknoten dreizählig, dann aber ist der Kreis der dédoublierten Staubblätter ebenfalls dreizählig, ja bei *H. virginicum* ist auch der äussere Staminodienkreis dreizählig.

Mollugo verticillata L. hat ein fünfzähliges Perigon, aber dann folgt ein dreizähliger Staminalkreis, welcher mit dem dreizähligen Fruchtknoten alterniert.

Die Gattung *Hippocratea* hat den Systematikern schon viel zu schaffen gemacht. Hier folgt auf einen fünfzähligen Kelch und eine fünfzählige Krone ein Kreis von 3 Staubblättern, welche mit einem dreizähligen Fruchtknoten alternieren.

Die Blüten vieler exotischer Arten der Gattung *Rhododendron* (R. calophyllum Nutt.) haben einen fünfzähligen Kelch und eine fünfzählige Krone, aber 2 Kreise obdiplostemonischer, zehnzähliger Staubblätter. Auch der Fruchtknoten ist zehnzählig.

Die Gattung *Asarum* besitzt einen Fruchtknoten und 2 Staminalkreise, welche sechszählig sind, das Perigon ist aber dreizählig.

Rhodiola Scopolii hat die erste (terminale) Blüte im Blütenstande in der Krone und im Kelche sechszählig, aber in 2 Staminalkreisen und im Fruchtknoten fünfzählig.

Abnormerweise findet man bei der gemeinen *Syringa vulgaris* nicht selten die Blüten im Kelche oder Krone sechszählig, aber in 2 Staminalkreisen und im Fruchtknoten fünfzählig.

Wir sind überzeugt, dass man noch viele andere Belege zu dem Gesetze der Fruchtknotenadaptation finden wird.

Eine besondere Ausnahme von der sub *a* angeführten Regel bildet die Familie der *Portulacaceen*. Hier finden wir eine Verschiedenheit in der Zahl des Kelchs und der Krone. Der Kelch nämlich besteht aus 2 grünen Klappen und die gefärbte Krone aus 5 Petalen. Dieses Verhältnis lässt sich allerdings nicht einmal durch die Fruchtknotenadaptation erklären, namentlich wenn man berücksichtigt, dass nach der Krone 5 Staubblätter folgen und ein dreizähliger Fruchtknoten. Eichler und die Mehrzahl der Autoren sehen die grünen Klappen als Kelch an, allein schon im J. 1873 hat Clos die Sache richtig dahin ausgelegt, dass es sich da eigentlich um Vorblätter (α, β) handelt und dass die Krone ein einfaches, farbiges Perigon darstellt. Dies stimmt mit der Verwandtschaft der Familie der *Portulacaceen* mit jener der *Phytolaccaceen* überein. Dafür spricht auch der Umstand, dass bei der Gattung *Claytonia* die beiden Sepalen auffallend an die zusammengewachsenen Stengelblätter erinnern.

Die Gesetze sub *c* und *d* hängen zusammen. Nach dem Gesetze Hofmeisters stellen sich die Blütenphyllome überall dorthin, wo sie Platz zu freier Entfaltung finden. Es ist natürlich, dass, wenn 2 Cyklen nacheinander folgen, sie eine günstigere Stellung zu ihrer Entwicklung haben, wenn sie alternieren, als wenn sie hintereinander stehen (oder wenn sie superponiert sind). Deshalb finden wir bei den cyklischen Blüten die Alternierung der nacheinander folgenden Kreise consequent durchgeführt.

Wenn durch Abort von drei einander nachfolgenden Kreisen der mittlere entfällt, so werden allerdings die zwei erübrigenden superponiert sein. Das geschieht bei den Blüten ziemlich häufig. Das bekannteste Beispiel haben wir an der Gattung *Primula* (Fig. 536), wo der Kreis der episepalen Staubblätter entfallen ist, was zur Folge hat, dass die epipetalen Staubblätter in eine superponierte Stellung hinter dem Petalenkreis geraten. Bei den *Malvaceen* steht ein einziger, gewöhnlich vermehrter Staminalkreis bald hinter den Petalen, bald hinter den Sepalen, jenachdem der oder jener der beiden Kreise abortierte.

Aber auch ausser dem Abort finden wir in den Blüten eine wahre und ursprüngliche Superposition der Blütenkreise. In den Familien der Amarantaceen, Chenopodiaceen, Ulmaceen, Moraceen, Cannabaceen, Urticaceen, bei den Gattungen Quercus, Betula, Alnus etc. stehen regelmässig die Staubblätter hinter den Blättern des einfachen Perigons, welches sie in der Jugend deckt und schützt. Hier haben die Staubblätter die Wahl zwischen zwei Momenten: entweder stellen sie sich zwischen die Perigonblätter, um hier freien Raum zur Entwicklung zu finden, oder sie stellen sich hinter die Perigonblätter, um von denselben in der Jugend genügend geschützt zu sein. Das letztgenannte Moment ist, wie es scheint, für sie das entscheidendere geworden. Deshalb finden wir superponierte Staubblätter meistens dort, wo es ein einfaches und gewöhnlich schuppenförmiges Perigon gibt.

Wir haben aber auch andere Beispiele superponierter Staubblätter, so in der Familie der *Rhamnaceen* (Fig. 540). Hier stehen regelmässig die Staubblätter hinter den Petalen und es scheint, dass nicht zugegeben werden kann, dass hier die episepalen Staubblätter einen Abortus erlitten hätten, denn wir finden nirgends eine Spur von ihnen. Die drüsenartigen Emergenzen im Receptaculum vieler Rhamnaceen haben mit den Staminodien nichts zu tun, wie manche Autoren behaupten wollten. Man kann sich die Sache folgendermassen vorstellen: Bei allen Rhamnaceen sind die Petalen in Gestalt von Klappen entwickelt, welche in der Jugend die Staubblätter vollkommen einhüllen, indem sie ihnen Schutz bieten. Wenn die Staubblätter zwischen den Petalen stehen würden, so wären sie durch die schmalen Kelchzipfel schlecht geschützt. Infolgedessen waren die Staubblätter genötigt, sich unter den Schutz der Petalen zu begeben. Dieser Fall ist für die vitalistische Lehre sehr wichtig (siehe das Kapitel über die Evolution).

An den niedlichen Blüten der *Monesis grandiflora* kann man gut beobachten, wie die Petalen die Funktion der Einhüllung versehen. Die 5 Petala sind hier ziemlich gross und fast flach auseinander gelegt. Hinter denselben folgen 10 Stamina in fast einem Kreise. Die Antheren suchen nun ihren Schutz hinter den hohlen Petalen, indem sie sich an ihren Fäden so annähern, dass sie hinter den Petalen Gruppen von 3, 1, 3, 2, 1 bilden.

Dasselbe gilt von der Familie der *Vitaceen*, wo sogar die Kelchzipfel auf unbedeutende Zähnchen reduziert zu sein pflegen oder auch gänzlich verschwinden, so dass die ganze Blüte de facto der Blüte der schon genannten Urticaceen etc. ähnelt. Einen sehr interessanten Fall der Superposition finden wir in der Gattung *Campanula*. Einige Arten dieser Gattung haben einen 3zähligen Fruchtknoten, einige einen 5zähligen (fünffächrigen). Die in den Gärten verbreitete *C. Medium* z. B. ist 5zählig. Hier steht ein (mit der Krone alternierender) Kreis von 5 Staubblättern hinter den Rücken der Karpelle oder Fächer. Es ist aber sonderbar, dass der, der Gattung *Campanula* ähnliche und nahe verwandte *Platycodon grandiflorus* zwar eine ähnliche Zusammensetzung der Blüte, aber mit den Fruchtknotenfächern alternierende Staubblätter besitzt. Weil in beiden Fällen die Staubblätter ordnungsmässig mit der Krone alternieren, so ist es bei *C. Medium* der Fruchtknoten, welcher eine superponierte Stellung zu den Staubblättern eingenommen hat. In der Kultur geschieht es häufig, dass *C. Medium* hinter der normalen Corolle noch 1—3 weitere alternierende Kronen entwickelt. In einem solchen Falle aber alterniert immer der Staminalkreis ganz in Ordnung mit der letzten Krone, so dass in einer Blüte mit zwei Kronen die Staubblätter auch mit den Karpellen abwechseln! Aber bei drei Kronen sind die Staubblätter den Karpellen wieder superponiert. Hieraus ersehen wir, dass die Karpelle hier eine konstante Stellung hinter den Sepalen eingenommen haben, und zwar so hartnäckig, dass keinerlei Änderung in der Stellung der Staubblätter oder Kronen sie aus dieser Stellung zu verdrängen imstande ist. Bemerkenswert ist dieselbe Erscheinung bei dem schon oben erwähnten *Platycodon grandiflorus*. Auch dieser pflegt in den Gärten 2—3 Kronen hintereinander zu haben. Da alterniert nun der Staminalkreis immer mit der letzten Krone, aber der Fruchtknoten verharrt unter allen Umständen in seiner Position — er ist also in 2 Kronen den Staubblättern superponiert!

Diese Erscheinung scheint mit der Fruchtknotenadaptation im Zusammenhang zu sein. Der Fruchtknoten benimmt sich nämlich selbständig als fester, zweiter Blütenpol, während die anderen Blütenkreise sich nach der Stellung des ersten Perigonkreises richten. Ja, durch seine Position kann er Einfluss auf die Entwicklung der nächsten Staubblätter haben, welche sich sodann, was ihre Lage und Anzahl anbelangt, nach demselben richten. Hieraus folgt dann auch der Umstand, dass die Fruchtknoten sich auch zahlenmässig nicht nach der Zahl der Staminalkreise und Peri-

gone richten und häufig in minderer Anzahl auftreten. All das lege ich mir durch die Stellung des Fruchtknotens in der Blüte aus. Der Fruchtknoten pflegt gewöhnlich an der Blütenachse von den übrigen Kreisen abgeteilt zu sein, indem er sich kräftig und selbständig entwickelt.

Die Gesetze sub *b* und *e* hängen wiederum zusammen. Wir werden dieselben deshalb gemeinschaftlich behandeln.

Wenn wir die Blütendiagramme in verwandten Familien vergleichen, so werden wir überall die Beobachtung machen, dass in Gattungen alten Ursprungs entweder Acyklie oder wenigstens Polycyklie und Polymerie verbreitet ist. Die modernen Gattungen, welche sich in zahlreiche Verwandtschaften verzweigt haben, zeigen mehr oder weniger einen konstant gewordenen Blütenplan nach oligocyklischem oder oligomerischem Typus. Im allgemeinen kann man sagen, dass die Blüten der Angiospermen eine Inklination zu einem vereinfachten Blütenplane äussern. Sie bemühen sich, zwar eine kleine Zahl von Bestandteilen, aber solcher, welche zu fruchtbarer Kopulation tüchtig sind, zu entwickeln. Eine gleichzeitig mit der Vervollkommnung ihrer Organisation verbundene Vereinfachung der Organe gilt als Prinzip im organischen Reiche überhaupt. Wir wollen diese Sache an einigen Beispielen erläutern.

In den Gattungen *Sagittaria*, *Butomus*, *Echinodorus*, *Hydrocharis* etc. sehen wir, dass aus einer ursprünglich polymerischen und polycyklischen Blüte sich allmählich eine Blüte mit 2 Staminalkreisen und einem Fruchtknotenkreise stabilisiert hat, wie wir dieselbe in der Familie der *Liliaceen* und ihrer Verwandtschaft finden. Ja, in der Familie der *Liliaceen* selbst haben einige Arten der Gattung *Smilax* in den männlichen Blüten drei Kreise von dreizähligen Staubblättern. Das weist deutlich auf den gewesenen polycyklischen Typus hin. *Smilax* ist ein alter Liliaceentypus, der durch viele Merkmale sich von den rezenten Gattungen unterscheidet. Es ist auch bekannt, dass diese Gattung schon im ältesten Tertiär vorkommt.

Was die Familie der *Ranunculaceen* betrifft, so haben wir schon oben bemerkt, dass die modernen Gattungen die Tendenz haben, den Blütenplan zu vereinfachen. Den Mutterzweig der Ranunculaceen bilden die *Magnoliaceen* (vergleiche S. 600), welche gegenwärtig in den Tropen verbreitet sind und durchweg eine mehr oder weniger deutliche Acyklie offenbaren. Diese Pflanzen waren in mannigfaltigen Arten schon in der älteren Kreide verbreitet.

Der Blütenplan der Familie der *Umbelliferen* ist so stabil und vereinfacht, dass wir in dieser ganzen, riesigen Gruppe wohl kaum eine Abweichung finden werden. Ihre Mutterfamilie sind die holzigen und heutzutage in den Tropen einheimischen *Araliaceen*. Und unter diesen finden wir nicht nur mehrzählige Fruchtknoten, sondern auch mehrkreisige Blüten, ja auch zahlreiche und spiralig angeordnete Staubblätter. Die Araliaceen haben allgemein schon in der Kreidezeit gelebt; nur in der böhmischen

Kreide allein befinden sich zahlreiche und deutliche Vertreter dieser Pflanzen.*)

Die natürliche und in den gemässigten Zonen so sehr verbreitete Familie der *Cruciferen* hat eine nach einem einheitlichen, sehr vereinfachten Plane zusammengesetzte Blüte. Wir finden hier nirgends Abweichungen, wenigstens nicht wesentliche.**) Die Familie der *Capparidaceen* enthält holzige Typen, welche gegenwärtig meistens in den Tropen verbreitet sind. In den Blüten dieser Familie äussert sich eine bedeutende Polymerie. Die Unterfamilie *Cleomeae* hat bereits vereinfachte Blüten und diese Unterfamilie hängt eng mit den *Cruciferen* zusammen, so dass z. B. die Gattung *Cleomella* überhaupt von den Cruciferen sich gar nicht unterscheidet. Die Cruciferen sind demnach ein moderner Zweig der Capparidaceen mit vereinfachter Blüte.

Die holzigen und in den Tropen einheimischen Familien der *Sapotaceen* und *Ebenaceen* haben nicht nur 2 Kreise von Staubblättern, sondern auch in einigen Gattungen 2 Petalen- und Staminalkreise *(Diospyros, Illipe)*. Die Familie der Primulaceen stellt uns krautige Nachkommen der eben genannten exotischen Familien dar und tatsächlich haben die Primulaceen nicht nur eine stabile und oligomerische, sondern auch nur mit einem einzigen Staminalkreise ausgerüstete Blüte. Die *Sapotaceen* und *Ebenaceen* lebten in reicher Entfaltung schon in der Kreidezeit.

Ähnliche Vergleichungen könnten wir auch in den Familien der Rosaceen, Leguminosen, Pandanaceen -Sparganiaceen, Saxifragaceen u. s. w. durchführen. Hier können wir schon sehen, wie die Ergebnisse dreier Wissenschaften: der Morphologie, Geographie und Palaeontologie übereinstimmen.

Aber nicht allein die angeführten Fakta sprechen dafür, sondern es kann auch wo immer in engeren Verwandtschaftskreisen die Beobachtung gemacht werden, wie die polymerische und polycyklische Blüte sich auf einer oligomerischen und oligocyklischen stabilisiert. In der Familie der *Campanulaceen* hat die Gattung *Michauxia* die Blüten in allen Kreisen sieben- bis zehnzählig. Die Mehrzahl der Gattungen dieser Familie wird aber auf einer fünfzähligen Blüte stabil. Die Compositen sind nur ein Zweig derselben Verwandtschaft mit einer stabil gewordenen, oligomerischen Blüte. Die Familie der *Lythraceen* hat Gattungen mit zumeist oligo-

*) Harms (Engl. Fam. III, 8) kennt dort, wo er von den Araliaceen der Kreidezeit handelt, die einschlägige Literatur nicht und deshalb sind seine diesbezüglichen Angaben falsch.

**) Die Gattung *Megacarpaea* mit 10—16 Staubblättern stimmt sonst mit der Gattung *Biscutella* überein; die Staubblätter sind hier offenbar dédoubliert. Die Gattung *Tetrapoma* mit 4 Karpellen stellt gleichfalls nur ein abnormerweise auch anderwärts vorkommendes Dédoublement des Fruchtknotens vor. *Tetrapoma* unterscheidet sich übrigens nicht von der Gattung *Nasturtium*.

merischen Blüten, aber die Gattung *Lafoënsia* hat neun- bis fünfzehnzählige Blüten (mit Ausnahme des Fruchtknotens). Die Fruchtknoten der Familien der *Solanaceen*, *Labiaten* und *Boraginaceen* sind konstant zweizählig, aber schon in den verwandten Familien der *Convolvulaceen* und *Polemoniaceen* ist der Fruchtknoten dreizählig, in der Familie der *Nolanaceen* fünfzählig und in der Familie der *Hydrophyllaceen* zwei- bis dreizählig. Hier sehen wir also schön, wie die Fruchtknotenzahl sich allmählich reduziert und auf 2 stabilisiert.

Was wir bisher über die normalen Verhältnisse in den Blüten gesagt haben, gilt auch für die abnormen. Es geschieht nämlich häufig, dass abnormerweise in den Blüten zahlreichere Kreise oder Kreise mit höheren Zahlen als gewöhnlich zum Vorschein gelangen. Als Beispiel führe ich die schönen Beobachtungen Vilhelms an der gemeinen *Parnassia palustris* *) an. Diesen Beobachtungen zufolge zeigt die Blüte manchmal auch 2 Kreise in der Krone und im Kelche, und zwar mit verschiedenen höheren Zahlen als 5. Auch der Fruchtknoten kommt häufig fünfzählig vor (normal ist er vierzählig). Jede ähnliche Erscheinung ist eine atavistische Rückkehr zu alten Typen.**)

Wir haben schon erwähnt, dass in den Gattungen und Familien sich das Bestreben nach Stabilisierung eines einfachen Blütenplans manifestiert. Diese Stabilisierung ist bei einigen Familien schon so fest, dass es den Anschein hat, als sei die phylogenetische Entwicklung der Blüte mit dem gegenwärtigen Stadium abgeschlossen. So können wir folgende Familien mit einem stabil gewordenen Blütenplan anführen: die Compositen, Umbelliferen, Cruciferen, Labiaten, Boraginaceen, Papilionaceen, Malvaceen, Liliaceen.

Dementgegen kennen wir Familien, in denen die Zahl des Blütendiagramms sehr veränderlich ist, was wir uns so auslegen müssen, dass die betreffende Familie sich bisher noch nicht auf einem bestimmten

---

*) Neuestens (Beih. z. Bot. Centralblatt 1908) hat über *Parnassia* Eichinger geschrieben und deren Verwandtschaft behandelt. Der Autor zitiert alle mögliche, sogar die hieher gar nicht gehörige Literatur, aber die wichtigen Arbeiten Vilhelms lässt er ganz unbeachtet.

**) Hieher gehören allerdings nicht die sogenannten gefüllten Blüten, welche von den Gärtnern so gern kultiviert werden. Jedermann kennt die gefüllten Rosen, Nelken, Azaleen, Glockenblumen, Lackviolen etc. In solchen Blüten ist immer eine grosse Anzahl von Petalen. Der Ursprung dieser Petalen ist verschieden: manchmal sind es petaloidisch umgewandelte Staubblätter, manchmal sind es dédoublierte Petalen, manchmal ist es ein petaloidisch umgewandelter Kelch oder Fruchtknoten (Tulipa), bei *Anemone nemorosa* sind es petaloidisch umgewandelte zahlreiche Karpelle, welche nach dem normalen Staminalcyklus folgen, manchmal vermehren sich die Petalenkreise (Campanula Medium, Lilium), in noch anderen Fällen wachsen gar aus der Blütenachse neue, ansitzende Blüten heraus (Prunus). In vielen gefüllten Blüten kommen auch mehrere von den hier angeführten Modalitäten gleichzeitig zur Geltung. Siehe übrigens die Details in den Arbeiten von Masters, Goebel, Hildebrand, Delpino.

Blütenplan stabilisiert hat. Eine andere Erklärung könnte allerdings in dem Sinne gegeben werden, dass die jetzt lebenden Repräsentanten der betreffenden Familien von Eltern mit sehr verschiedenartig zusammengesetztem Blütenplane abstammen. Das würde namentlich bezüglich grösserer und verwandtschaftlich sehr gegliederter Familien Geltung haben. Eine solche Familie wären die *Rubiaceen*, bei denen wir in den Blüten die Zahlen 8—4 finden. Andere Beispiele der Unstätheit des Blütenplans haben wir in der Familie der *Onagraceen*, wo fünf- bis zweizählige Blüten vorkommen. Die Blüten der Familie der *Elatinaceen* variieren zwischen 2—4, bei den Primulaceen schwankt die Zahl des Blütenplans zwischen 9—4, bei den *Gentianaceen* zwischen 14—2 (in der Gattung *Sabbatia* ändert sich das Diagramm zwischen 14—5). Ja es gibt auch viele Arten, deren Diagrammzahl sehr wenig Stabilität aufweist. So finden wir an einem und demselben Individuum von *Campanula pyramidalis* gleichzeitig drei- bis sechszählige Blüten. *Asperula tinctoria* hat die Blüten zur Hälfte drei- und zur Hälfte vierzählig. *Cuscuta europaea* und *Centunculus minimus* haben bald vier- bald wieder fünfzählige Blüten.

Eine bemerkenswerte Erscheinung ist das Auftreten einer anderen Zahl in dem Blütendiagramm bei einer Gattung oder Art inmitten einer ganzen, grossen Verwandtschaft, welche durch einen stabil gewordenen Blütenplan nach anderer Zahl ausgezeichnet ist. So finden wir in der ganzen grossen Familie der *Liliaceen* einen trimerischen Blütenplan, nur *Majanthemum* hat einen dimerischen und *Paris* einen tetra- bis pentamerischen Plan. Diese Erscheinung lege ich mir dahin aus, dass irgend einmal diese Pflanzen abnormerweise mit den angeführten Zahlen zum Vorschein gelangten und dass diese zufällige Eigenschaft sich erblich auf die Nachkommenschaft übertrug, bis sie endlich als konstantes Merkmal stabil wurde. Dafür spricht der Umstand, dass wir tatsächlich abnormerweise in den Familien der *Liliaceen*, *Iridaceen*, *Orchidaceen* u. s. w. Blüten mit den Zahlen 2, 4 und 5 finden.

Ein anderes Beispiel bietet uns die Familie der *Caryophyllaceen*, deren Blüten insgesamt nach der Zahl 5 aufgebaut sind. Wir haben da aber isolierte Arten, wie *Moehringia muscosa*, *Moenchia quaternella*, *Sagina procumbens*, welche konstant vierzählige Blüten haben.

Dass eine bestimmte Zahl in dem Blütenplane gewisser Gattungen und Arten sich im Verlaufe der Zeit fixiert hat, beweist der Umstand, dass nicht selten a b n o r m e r w e i s e an der Pflanze eine anderszählige Blüte erscheint. Solche Beispiele könnte wohl jeder aus eigener Erfahrung in grösserer Anzahl anführen. Beispielsweise führen wir bloss an: *Nicotiana affinis* mit den Zahlen 6, 4, 3, *Rhamnus cathartica* mit den Zahlen 3, 5, *Sambucus nigra* mit den Zahlen 7, 6, 4, *Phlox paniculata* mit der Zahl 4, *Dianthus caesius* mit der Zahl 4, *Potentilla verna* mit der Zahl 6, *Fuchsia coccinea* mit der Zahl 3, *Anagallis arvensis* mit den Zahlen 3, 4

Eine verbreitete Erscheinung in der Inflorescenz verschiedener Angiospermen ist die, dass die Terminal- oder ersten Blüten nach einer anderen Zahl angeordnet sind, als die übrigen im ganzen Blütenstande. Am häufigsten pflegt die Terminalblüte eine höhere Zahl zu haben als die übrigen Blüten der Inflorescenz. Ein bekanntes Beispiel haben wir an der gemeinen *Ruta graveolens*, welche durchweg fünfzählige Terminalblüten besitzt, während die übrigen 4zählig sind. Bei *Monotropa Hypopitys* ist die Terminalblüte fünfzählig und die seitlichen Blüten vierzählig. In den Inflorescenzen der Gatttung *Sedum* ist die Terminalblüte allgemein sechszählig, die anderen Blüten an den Wickelzweigen aber fünfzählig, oder ist die Endblüte fünfzählig, die übrigen vierzählig (*S. pulchellum*). Der kräftige Schaft von *Peltiphyllum peltatum* schliesst mit einer sechszähligen Blüte ab, die einen dreizähligen Fruchtknoten hat; die übrigen Blüten in der Inflorescenz sind aber fünfzählig mit einem zweizähligen Fruchtknoten. Dasselbe kommt bei der Gattung *Bergenia* vor. *Campanula Medium* hat die Terminalblüte sechs- bis neunzählig und die übrigen Blüten fünfzählig. *Deutzia glabra* hat eine sechszählige Terminalblüte, die übrigen fünfzählig. Die violett gefärbte Terminalblüte in der Inflorescenz von *Daucus Carota* ist gewöhnlich sechs- bis achtzählig, die übrigen Blüten fünfzählig.

Sehr interessant ist in dieser Beziehung die reichblütige, rispige Inflorescenz des *Rubus thyrsoideus*. Die Terminalblüte entfaltet sich zuerst, dann die endständigen Blüten der Seitenäste. Die Terminalblüte ist durchweg im Kelche und in der Krone sechs- bis neunzählig, während alle übrigen Blüten nur fünfzählige Kelche und Kronen entwickeln.

Ein sehr schönes Beispiel haben wir an einer kultivierten Rasse von *Myosotis silvatica*. Diese Pflanze hat ihren Stengel mit einer bis fünfzehnzähligen Blüte abgeschlossen. In den seitlichen Wickeln aber sind fortschreitend die ersten Blüten acht- bis sechszählig, die letzten in den Wickeln endlich normal fünfzählig.

Wie wir von der biologischen Seite diese Erscheinung auslegen sollen, weiss ich nicht. Man könnte vielleicht meinen, dass die Terminal- (erste) Blüte von der Pflanze den meisten Nahrungsstoff erhält und sich deshalb am üppigsten entwickelt. Dafür würde die erwähnte Myosotis sprechen. Aber wir haben auch Blütenstände, wo im Gegensatze dazu die Endblüte eine kleinere Zahl aufweist als die übrigen Blüten. So hat *Phlox ovata* eine vierzählige Terminalblüte, während die anderen Blüten fünfzählig sind. Das gleiche kommt bei *Viscaria vulgaris* vor. Es wäre wünschenswert, dass über diesen Gegenstand weitere Studien angestellt würden. Schon im J. 1842 hat sich Germain mit demselben befasst.

Der Absatz *f* bietet uns, was die morphologische Seite anbelangt, nichts wichtiges. Wenn die Kelch- oder Kronblätter (bei den Staubblättern, welche sehr oft dünne Staubfäden haben und den Karpellen, welche sich

entweder selbst zu einem hohlen Fruchtknoten einrollen oder mit den benachbarten Karpellen verwachsen, kann allerdings von einer Deckung keine Rede sein) genügend breit sind, so dass sie mit ihren Rändern sich decken, können wir beobachten, dass diese Deckung bei einer und derselben Art konstant nach einem bestimmten Schema entwickelt ist. Selbst ganze Gattungen, ja sogar Familien richten sich nach einer gewissen Deckungsart. So gibt es eine ganze Gruppe von Familien, *Contortae* genannt, die durch eine gedrehte Krone gekennzeichnet sind (Fig. 524*).

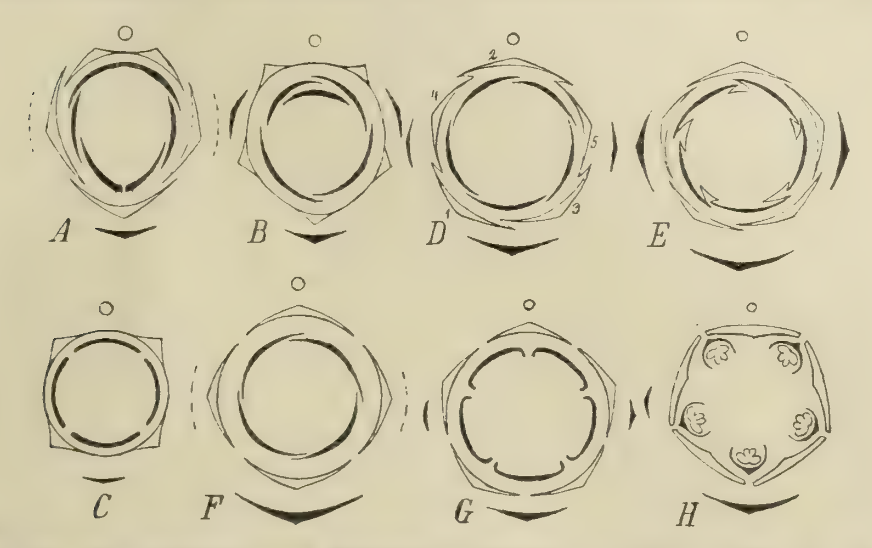


Fig. 524. Knospendeckung der Blütenhülle (aestivatio). A) **Vicia Faba**, B) **Cercis Siliquastrum**, C) **Mimosa pudica**, D) **Viscaria vulgaris**, E) **Gentiana verna**, F) **Philadelphus coronarius**, G) **Deutzia crenata**, H) **Rhamnus Frangula**. (Nach Pax.)

Drei Gruppen der *Leguminosen* (die Papilionaceen, Caesalpiniaceen, Mimosaceen) zeichnen sich durch eine verschiedenartige Deckung in den Kronen aus: die ersten decken sich von oben nach unten, die zweiten von unten nach oben, die dritten klappenförmig. Es ist sonach die Art und Weise der Deckung in der Blüte (die sog. Ästivation) in der Systematik ein wichtiger Leitfaden.

Manchmal decken sich die Kelch- und Kronenblätter nur in der Jugend, während sie in der aufgerollten Blüte sich nicht mehr decken. In anderen Fällen berühren sie sich in der Jugend bloss mit ihren Rändern (Clematis, Elaeagnus, Mimosa, Platycodon) — klappige Deckung, oder sie berühren sich überhaupt nicht, da sie schmal sind. Die Kronzipfel können sich nach rechts oder links hin einer den anderen decken (die gedrehte oder eingerollte Krone). Selten wann geschieht es, dass sich

*) Die Corolle von *Streptotrachelus Pringlei* Greem. (Apocyn.) zeigt nicht nur die Kronzipfel in spiraliger Deckung, sondern auch die Röhre ist in der Mitte um 360° gedreht.

Krone und Kelch in einer Richtung hin decken, eher pflegen sie in entgegengesetzter Richtung entwickelt zu sein.

Die ursprüngliche Deckungsart in der Blüte ist gewiss diejenige, welche irgend einer phyllotaktischen Reihe entspricht (S. 564). So ist eine ursprüngliche Deckungsart die dachige nach der Divergenz $^2/_5$ (der sog. Quincunx), wie es in Fig. 524, D oder in Fig. E ziffermässig angedeutet ist. Ähnlich bei der Divergenz $^1/_3$. Wenn die Kronen in der Blüte spiralig gedreht sind (Fig. 524, D, E) oder wenn sie sich nach dem Schema (A, B) decken, so ist das ein sekundärer Zustand, welcher keiner phyllotaktischen Reihe entspricht. Wenn die Deckung mit irgend einer genetischen Spirale übereinstimmt, so ist dies bloss eine natürliche Konsequenz derselben; ist aber die Deckung eine andere, so sind die Gründe derselben verschieden, am häufigsten die Blütenplastik selbst, welche die erste Entwicklung in der Jugend bedingt. Es ist z. B. selbstverständlich, dass, wenn alle Kronblätter gleich, in einen Kreis gestellt und mit den Rändern sich nicht berührend (klappig) sind, sie in der Jugend aus dem Blütenboden gleichzeitig herauswachsen. Siehe übrigens die Details hierüber in der Arbeit Schumanns.

Dass uns der Vorgang und überhaupt die Art und Weise der Entwicklung der Blütenteile in der ersten Jugend nichts wichtiges und für die Morphologie erforderliches bieten können, ist evident. Es sind dies Höckerchen von diverser Grösse, welche entweder morphologisch einfach sind oder dem Konglomerat einiger Teile entsprechen und in verschiedener Stellung und Reihenfolge so entstehen, wie es in der Blüte zu besonderen Funktionen notwendig ist. Denjenigen, der sich über diesen Gegenstand näher informieren wollte, verweisen wir auf das grundlegende Werk Payers.

2. Das Dédoublement der Blütenteile, insbesondere der Staubblätter.

Wenn sich das Blütenphyllom in 2, 3 u. s. w. Teile derart teilt, dass sie untereinander gleich und ebenso dem ungeteilten Phyllom konform sind, so heisst ein solcher Prozess Dédoublement (Chorise, Verdoppelung). Von dem Dédoublement unterscheiden manche noch die Spaltung, wo z. B. die geteilten Staubblätter nur die Hälfte der Anthere tragen (Corylus, Carpinus, Corydalis). Aber wir sind der Meinung, dass diese Teilungsart nur eine Variante der vorangeführten ist und dass sie sich in vielen Fällen nicht präzis unterscheiden lässt.

Schon in den Perigonteilen sehen wir manchmal ein oder das andere Petalum oder Sepalum mehr oder weniger in zwei Zipfel geteilt. In einigen Blüten sodann haben wir statt eines Petalums zwei ganze und untereinander freie. Dadurch entsteht allerdings eine neue Situation im

Blütenplane und deshalb ordnet sich die ganze Blüte sofort anders an, worüber wir im nächsten Kapitel eingehender handeln werden. So viel ist aber gewiss, dass die höheren Zahlen in den Blütenkreisen durch die Zerteilung der ursprünglich einfachen Blütenteile entstehen. Interessant ist, dass gewöhnlich die Teilung des Perigonblättchens die gleichzeitige Teilung der Staubblätter zur Folge hat, was mit Rücksicht auf die Erhaltung des Gleichgewichts in dem ganze Blütenbaue begreiflich ist. So sehen wir bei *Ligustrum vulgare* statt einer vierzipfligen Krone eine fünfzipflige, in welchem Falle wir jedoch gleichzeitig in der Röhre 3 statt 2 Staubblätter vorfinden. Auch bei *Viscum album* sehen wir häufig, wie die in die Mediane gestellten Perigonzipfel sich teilen, so dass dann ein sechszähliges Perigon entsteht. Wenn sich die Kronzipfel teilen, so tritt sicher auch eine Teilung der Kelchzipfel ein. Dementgegen kommt es sehr häufig vor, dass was immer für eine Teilung der Staubblätter keine Teilung im Perigon zur Folge hat. Die Staubblätter sind es, welche sich am häufigsten vermehren, ohne dass hiebei eine Veränderung der übrigen Blütenteile eintritt.

Wenn die Blüte zygomorph ist, so richtet sich jedwedes Dédoublement stets nach der zygomorphen Orientation. Das sehen wir überall bei den zygomorphen Blüten u. zw. auch in abnormen Blüten. So habe ich die Wahrnehmung gemacht, dass bei *Digitalis ambigua* sich entweder der in der Mediane stehende Kronzipfel geteilt hat, wodurch eine sechszipflige Krone entstand, oder es teilten sich beide Zipfel der gegenüberliegenden Lippe, wodurch eine siebenzipflige Krone entstand, welche aber nur 6 Staubblätter hatte.

Wenn in der Blüte statt eines einfachen Staubblatts eine ganze Gruppe derselben sich befindet, so entwickeln sich in der Jugend alle diese Staubblätter als gemeinsamer Höcker oder auch als einzelne, abgeteilte Höcker. Die Entwicklung sagt uns da in der Jugend gar nichts. Ob die Staubblätter oder Petalen vermehrt sind, darüber kann uns bloss die Vergleichung des ganzen Blütenplans mit den Blüten verwandter Arten oder Gattungen Aufschluss geben. Manchmal verbreiten auch abnorme Fälle auf einmal ein helles Licht über manche Rätsel. Auf diese Weise habe ich an abnormen Blüten der Gattung *Forsythia* bewiesen, dass die Krone ursprünglich dimerisch ist.

Das Dédoublement des Fruchtknotens, wo sich die Karpelle in zwei oder mehrere gleichwertige Teile teilen, ist im ganzen selten. Wir erinnern da an die bekannte Teilung der Karpelle in der Familie der *Malvaceen*, wo gleichzeitig eine Teilung der Narben und Griffel eintritt.

Das Dédoublement der Staubblätter kann in tangentialer oder radiärer Richtung erfolgen. Im ersteren Falle tritt dann in einem und demselben Kreise eine zwei- oder mehrfache Anzahl von Staubblättern auf, welche sich auch im Hinblicke auf die benachbarten Kreise

besonders auseinanderstellen. Ein schönes Beispiel bieten uns da verschiedene Arten der Rosaceen. So hat *Prunus virginiana* (Fig. 525) den ersten Kreis vermehrt (2×5), die anderen 2 Kreise aber einfach (fünfzählig). Alle alternieren, wie das Diagramm zeigt. *Prunus Padus* hat alle 3 Kreise vermehrt, wobei die Staubblätter des Mittelkreises sich gleichmässig zwischen die 10 der beiden benachbarten Kreise auseinanderstellen. Dass hier faktisch eine Vermehrung eingetreten ist, geht nicht nur aus beiden Diagrammen selbst hervor, sondern auch aus dem beigefügten Diagramme von *Stephanandra flexuosa* S. Z., welches uns gleichsam den ursprünglich oder konstant gewordenen Blütentypus dieser Verwandtschaft vorstellt. Hier haben sich auch die Blütenkreise auf die üblichen zwei (den epipetalen und episepalen) reduziert.

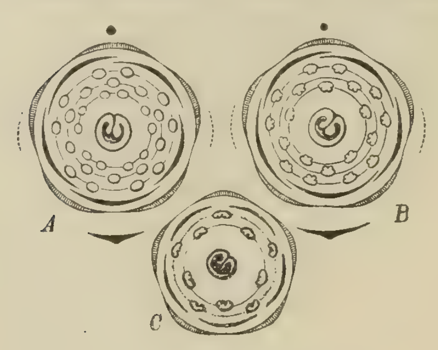


Fig. 525. Dédoublierte Staminalkreise von **Prunus Padus** (A), von **Prunus virginiana** (B). C) **Stephanandra flexuosa**, ursprünglicher Blütenplan dieser Verwandtschaft. (Nach Eichler und Original.)

Auf dem Diagramme von *Humiria floribunda* Mrt. (Fig. 526) sehen wir denselben Blütenplan, aber beide Staminalkreise haben sich tangential zweimal vermehrt, so dass wir dann zwei zwanzigzählige Kreise erhalten (die inneren haben sich in Staminodien umgewandelt).

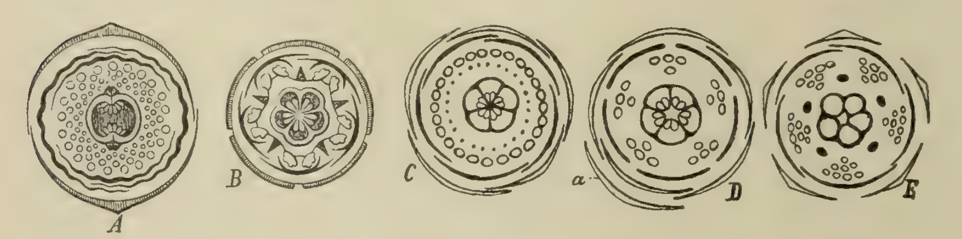


Fig. 526. Blütendiagramme mit dédoublierten Staubblättern. A) **Glaucium flavum** Cr., B) **Theobroma Cacao** L. (nach Eichler), C) **Humiria floribunda** Mrt., D) **Hibbertia cuneiformis** Lab., a) Laubblatt in Kelchblätter übergehend, E) **Dombeya cannabina** Hils. (Original.)

Ein sehr interessantes tangentiales Dédoublement nicht nur der Staubblätter, sondern auch der Petalen finden wir in der Blüte der *Cruciferen* (Fig. 527), worüber in der morphologischen Literatur schon so viele Abhandlungen vorhanden sind. Wir werden diese literarischen Nachrichten nicht durchnehmen, indem wir auf das Werk Eichlers hinweisen, auch aus dem Grunde nicht, weil die Sache so, wie wir dieselbe im nachfolgenden darlegen werden, über die Massen klar und unbestritten ist.

Der Blütenplan der Cruciferen ist allgemein nach der Zahl 2 gegründet. Es gibt hier zwei Kelchkreise, einen Corollenkreis, welcher sich dédoublierte und dem Gesetze der Homoeocyklie gemäss auseinanderstellte, dann folgt der äussere Staminalkreis, dann der innere, welcher ebenfalls dem Dédoublement unterlag und gleichfalls mit dem vorangehenden sich homoeocyklisch anordnete, und zuletzt der Fruchtknotenkreis.

Dass die 4 inneren und längeren Staubblätter zwei dédoublierten gleich sind, sehen wir sehr anschaulich an der Gattung *Vella* (Fig. 527 a), wo tatsächlich zwei und zwei zur Hälfte verwachsen sind. Dass faktisch bei den Cruciferen Anlage zum Dédoublement vorhanden ist, darüber habe ich selbst einen interessanten Beleg an den Blüten von *Cheiranthus Cheiri* (Fig. 527), wo an zahlreichen Blüten sowohl die inneren als auch die äusseren Staubblätter in zwei Teile dédoubliert waren, gefunden. Die inneren begannen sich dann auch in radiärer Richtung zu dédoublieren, so dass da Gruppen von 3—5 Staubblättern entstanden. Das weist auf die verwandte Familie der *Capparidaceen* hin, wo das Dédoublement noch weiter geht u. z. auch radiär. Übrigens haben auch die benachbarten *Papaveraceen* bei einigen Gattungen (Papaver, Glaucium) nur dem Dédoublement die grosse Anzahl der Staubblätter zu verdanken (Fig. 526). W a r m i n g hat tatsächlich an schwachen, auf magerem Boden aufgewachsenen Exemplaren von *Papaver Rhoeas* in den Blüten eine geringe Anzahl von Staubblättern gefunden, welche schliesslich bis auf 4 herabsanken, die sich dann zu je zwei in 2 alternierende Kreise stellten, wodurch am besten angedeutet wird, dass auch bei der Gattung Papaver die zahlreichen Staubblätter durch Dédoublement aus den ursprünglichen 4 entstanden sind (vergl. auch die Arbeit von B e n e c k e).

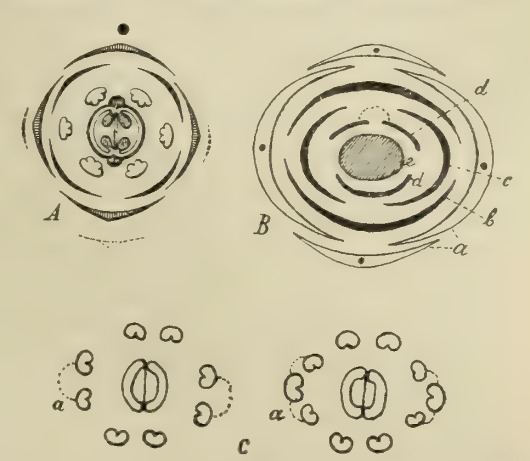


Fig. 527. Blütendiagramm der Cruciferen. A) Normaler Zustand. B) **Arabis alpina**, durchwachsene Blüte mit laubartigen Staubblättern, a) Kelchblätter, b) Petalenpaar, c) kürzere (äussere) Staubblätter, d) längere (innere) Staubblätter, teilweise gespalten, e) weiter wachsende Blütenachse. C) **Cheiranthus Cheiri**, äussere Staubblätter dédoubliert (a). (Original.)


Fig. 527 a. **Vella Pseudocytisus L.**, die längeren Staubblätter noch nicht vollständig geteilt. (Nach Baillon.)

Eine sehr interessante Bestätigung der Beobachtung und Erläuterung W a r m i n g s fand ich an der

vollblütigen Gartenvarietät von *P. somniferum*. Hier pflegt die Hälfte der Stamina in Corollenblätter umgewandelt zu sein, wobei sich zuerst die 4 Stamina in grosse Petalen umwandeln, welche mit den 4 normalen Corollenblättern alternieren (nach dem Gesetze der Homoeocyklie). Nach diesen folgen dann die anderen Stamina an Grösse abnehmend und ein Viereck bildend auf die Weise, wie bei der Gattung Philadelphus.

Bezüglich der 4 ganz gleichen Petalen bei den Cruciferen waren die Ansichten streitig, ob man dieselben als 2 dédoublierte oder als 4 selbständige und gleichsam den 4 Kelchblättern analoge ansehen soll. Auf Grund der nachfolgenden Beobachtung kann ich erklären, dass die 4 Cruciferenpetalen ebenfalls durch Dédoublement vermehrte 2 ursprüngliche Petalen sind. In den Gärten wird jetzt häufig die gefülltblühende *Arabis alpina* (Fig. 527) kultiviert. In vielen Blüten finden wir verschiedenartige Umwandlungen des normalen Zustandes; zumeist gipfeln diese Veränderungen in der Umwandlung der Staubblätter in Petalen und der weiteren Durchwachsung der Blütenachse, welche neuerdings weiterhin gebildete Petalen trägt. Hinter dem normalen vierzähligen Kelche folgen zwei grosse, breite, ordnungsmässig alternierende Petalen, dann ein Paar kleinerer Petalen und dann noch ein weiteres Paar kleiner Petalen, von denen aber nicht selten eines fast bis zur Basis geteilt zu sein pflegt (*d*). Das deutet gut darauf hin, dass es sich da um die umgewandelten 4 inneren Staubblätter handelt. Ja, manchmal finden wir auch tatsächlich Übergänge zu diesen 4 Staubblättern. Darnach stellt uns also der äussere Kreis kleinerer Petalen (*c*) die äusseren zwei, kürzeren Staubblätter vor. Infolgedessen aber erübrigt uns auf die Petalen nur der zweizählige Kreis (*b*), welcher also den 4 Petalen des normalen Zustandes entspricht!

Es ist interessant, dass man ein ungefähr gleich zusammengesetztes Blütendiagramm in der Gattung *Hamamelis* vorfindet. Bei *H. mollis* Oliv. z. B. folgen nach zwei abwechselnden dimerischen Kelchpaaren 4 schmale Petala, die sich homoeocyklisch zum Kelche stellen, dann zwei abwechselnde tetramerische Staubblattkreise (innere staminodial), dann aber dimerischer Fruchtknoten, welcher sich hinter das erste Kelchpaar stellt! Aus dieser Disposition ist also klar, dass die zwei Staminalkreise und der eine Petalenkreis dédoubliert sind.

Der Vorgang des tangentialen Dédoublements richtet sich manchmal nach einer bestimmten Reihenfolge. Bei den Cruciferen dédoublierten sich also die Blütenkreise alternierend. Auch bei den früher beschriebenen Rosaceen kann eine verschiedenartige Reihenfolge beobachtet werden. Bei *Agrimonia Eupatoria* (Fig. 528) stehen die Staubblätter in einem Kreise, welcher mit dem Kronenkreise alterniert. Da kann nun beobachtet werden, dass einige Staubblätter einfach bleiben, während andere sich mehr oder weniger dédoublieren, und zwar so, dass einfache mit dédoublierten abwechseln oder minder dédoublierte mit mehr dédoublierten.

Auch die radiäre Teilung kann zu einem verschiedenen Grade fortschreiten. Auf dem Diagramme der *Hibbertia cuneiformis* Lab. (Fig. 526) sehen wir, dass die vermehrten Staubblätter Gruppen bilden, welche mit den Petalen derart alternieren, dass 3 im Kreise stehen und ein Staubblatt sich vor diesen Kreis stellt. Hier ist also deren Anzahl eine bestimmte. Ein andersmal aber bilden sie zwar richtig alternierende Gruppen, aber in grosser und unbestimmter Zahl (*Dombeya* — Fig. 526). Dass sie ursprünglich einfachen Staubblättern entsprechen, geht nicht nur aus ihrer Stellung, sondern auch aus dem Umstande hervor, dass mit ihnen häufig einfache Staubblätter oder Staminodien alternieren (Dombeya, Tilia), oder dass bei verwandten Gattungen tatsächlich statt Gruppen von Staubblättern an derselben Stelle einfache Staubblätter sich vorfinden. So pflegt dies bei den *Myrtaceen* zu sein, wo bei vielen Gattungen faktisch einfache Staubblätter vorkommen, oft auch in fünfzähligen Kreisen (Agonis). Die zahlreichen Staubblätter der *Malvaceen* entstanden auch ursprünglich aus 5 einfachen. Nach Duchartre bilden sich tatsächlich 5 einfache Höcker. An dem oberen Rande der Staubblattröhre kann man 5 kleine Zähne sehen, welche die Rudimente der 5 alternierenden episepalen Staubblätter darstellen. Erstaunlicherweise haben *Malvastrum pentandrum* K. Sch. (Argentinien) und *Sida oligandra* K. Sch. (Peru) statt 5 Gruppen von Staubblättern bloss 5 einfache Staubblätter. *Poterium Sanguisorba* und *Sanguisorba officinalis* sind sehr verwandte Pflanzen. Die zweite hat in der Blüte 4 Staubblätter, die erstere aber eine Menge dédoublierter. Da geschieht es nun, dass in schwach entwickelten Köpfchen von Poterium, namentlich dann, wenn die Pflanze der Reife nahe ist, von den dédoublierten Staubblättern bloss 8 oder 4, oder gar nur 2 Staubblätter zum Vorschein gelangen! Das alles sind so markante Beweise des Staubblätterdédoublements, dass der denkende Botaniker über die Richtigkeit unserer Auseinandersetzungen nicht im Zweifel sein kann.

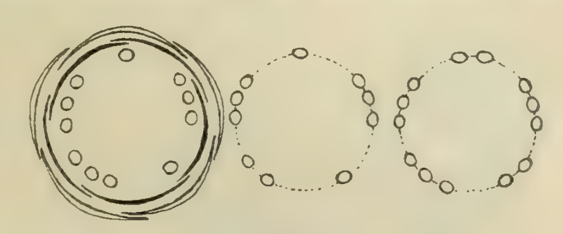


Fig. 528. **Agrimonia Eupatoria,** Dédoublierungsvorgang der Staubblätter. (Original.)

Das radiäre Dédoublement geht manchmal so weit, dass die vermehrten Staubblätter nicht einmal Gruppen bilden, sondern einen vielzähligen Kranz rings um den Fruchtknoten zusammensetzen (Capparis, Papaver, Acacia, Clusiaceae u. a.). In einem solchen Falle kann man entweder keine Ordnung in der Stellung der Staubblätter beobachten, oder nehmen dieselben eine verschiedenartige Stellung ein: eng hintereinanderfolgende, alternierende Kreise oder Spiralstellung nach hohen Divergenzen.

Selten wann geschieht es, dass ein Staubblatt in der vermehrten Gruppe grösser ist und dass die anderen zu demselben durch Stellung und Entwicklung akropetal orientiert sind. So stehen zwischen den Petalen der Gattung *Philadelphus* 4 Staubblattgruppen, von denen die erste, äusserste, besonders über die übrigen hervorragt. Ein noch schöneres Beispiel gibt uns *Garcinia Xanthochymus* (Fig. 528 a), bei welcher die vermehrten Staubblätter 5 mit den Petalen alternierende Büschel bilden. In jedem Büschel befinden sich immer 5 mit den Staubfäden zusammengewachsene Staubblätter, von denen sich das eine terminal stellt und die anderen zu diesem in akropetaler Anordnung orientiert sind.



Fig. 528a. **Garcinia Xanthochymus Hook.** mit fünfzähligen Staubblattbüscheln. (Nach Baillon.)

Bei der soeben genannten Art aus der Familie der Clusiaceen sehen wir, dass die vermehrten Staubblätter zu Bündeln verwachsen. Dieses Zusammenwachsen ist allerdings kongenital; wir dürfen uns also diese Sache nicht so vorstellen, dass sie sich zuerst als freie Staubblätter entwickelten und erst dann zusammenwuchsen. Sie traten bereits als etwas Zusammengeflossenes aus dem grundlegenden Primordium hervor und erst dann zerteilten sie sich in einzelne Fäden. Ein ähnliches Zusammenwachsen zu Bündeln oder zu ganzen Röhrchen oder Säulen kommt bei den Angiospermen sehr häufig vor und bildet so einen wesentlichen Bestandteil der Blütenplastik. So sehen wir an der abgebildeten *Tristania laurifolia* (Myrt. Fig. 1, Taf. IX) 5 (epipetaler — die episepalen sind abortiert) Staubblätterschöpfe, welche die Petalen überragen und der Blüte einen eigentümlichen Charakter verleihen. Ähnliche Staubblätterschöpfe (A d e l p h i e n) sind in dieser Familie besonders entwickelt bei der Gattung *Melaleuca*. *M. linariaefolia* Sm. (Austral.) besitzt Schöpfe, welche (fast 8 cm) länger sind, als die ganze Blüte. Manchmal sind diese Schöpfe lebhaft gefärbt und bilden dieselben einen Ersatz für die Krone selbst, welche in einem solchen Falle verkümmert. Ein schönes Bild dieser Art bietet uns die abgebildete *Beaufortia macrostemon* Lndl. (Taf. VIII, Fig. 1), welche scharlachrot gefärbte und durchweg bloss 3 Staubblätter enthaltende Schöpfe aufweist.

Sonderbare Formen nehmen manchmal die zusammengewachsenen Bündel vermehrter Staubblätter in der Familie der *Guttiferen* an. So hat *Allanblackia floribunda* Oliv. (Hook. Ic. 1004) 2 Kreise vermehrter Staubblätter, von denen die des inneren Kreises 5 fleischige Höcker, die des äusseren fleischige Ansätze, welche am Ende schaufelförmig verbreitert und mit einer Menge von Staubblättern besetzt sind, vorstellen. Häufig sind sie zu einer Manschette oder einem Röhrchen zusammengewachsen. Bei *Endodesmia calophylloides* Bnth. (Hook. Ic. 1988) ist es eine hohe, häutige Manschette hinter dem Kronblätterkreise, an dessen innerer Seite

eine Menge von Staubblättern aufsitzt. Bei *Theobroma Cacao* bestehen die Adelphien aus 2 zusammengewachsenen Staubblättern, welche anscheinend vierbeutelige, einfache Staubblätter vorstellen (Fig. 526). Aber wir sehen gut, dass je 2 Staubbeutel verbunden sind und dass der breite Staubfaden durch eine der Länge nach verlaufende Rinne gekennzeichnet ist. Hier sind die epipetalen Adelphien auch mit den Staminodien des episepalen Kreises zu einer häutigen Manschette zusammengewachsen.



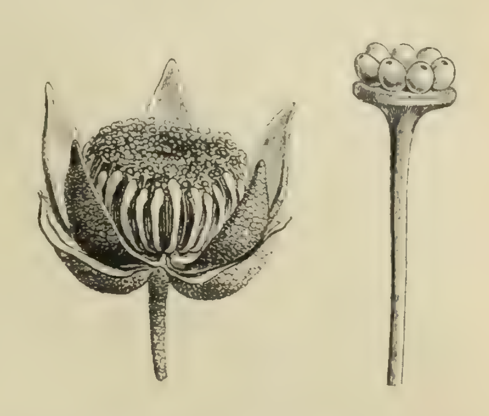


Fig. 529. Staminaladelphien von **Mutisia** (links) und von **Boschia excelsa** (rechts). (Nach Mart. Fl. Br. und Baillon.)

Das Verwachsen der vermehrten Staubblätter führt manchmal zu komplizierten morphologischen Gebilden. So finden wir bei der Gattung *Ceiba* (Bombac.) an langen, starken Staubfäden verschieden angeordnete und verschieden verwachsene Antheren, was Schumann (Engl. Fam., III 6) in dem Sinne erklärt, dass es sich da um einfache, aber polythecische Staubblätter handle, angeblich weil bei den Gattungen *Ayenia* und *Welwitschia* auch trithecische Staubblätter vorkommen. Aber die Gattung *Welwitschia* wird doch niemand mit der Familie der Bombaceen vergleichen wollen und was die Gattung *Ayenia* anbelangt, so stellen hier die trithecischen Stamina die Adelphien geradeso vor, wie die eng verwandte Gattung *Theobroma*, welche an den Fäden 4 Thecae trägt. Übrigens ist die ganze benachbarte Verwandtschaft: die Sterculiaceen, Tiliaceen und Malvaceen durch vermehrte Stamina ausgezeichnet. Demnach sind es auch bei der Gattung *Ceiba* auf verschiedene Weise zu Adelphien verwachsene Staubblätter. Eine noch mehr interessante Modifikation findet man in derselben Familie bei der Gattung *Mutisia* (Fig. 529). Dieselbe hat Staubblätter, deren Stamina mit ihren Fäden in eine lange Röhre zusammenwachsen. Durch diese Röhre geht der dünne Griffel hindurch.

Am Ende teilt sich die Röhre in 5 Arme, welche äusserlich 3 Paare von Staubbeuteln obereinander tragen. Das sind ebenfalls keine selbständigen Stamina, sondern 5 zusammengewachsene Gruppen oder Adelphien. Eine ähnliche Deutung ist bei der Gattung *Quararibea* am Platze. Auch die Gattung *Durio* und deren Verwandtschaft hat einzelne, polythecische Adelphien, welche selbständige Staubblätter imitieren. Eine ganz merkwürdige Gestalt zeigen z. B. die Adelphien der Art *Boschia excelsa* (Fig. 529), wo am Ende der starken Staubfäden sich eine schüsselförmige Verbreiterung befindet, auf welcher eine Gruppe runder, mittels einer Ritze sich öffnender Staubbeutel sitzt. Dergleichen Adelphien bilden einen ganzen Kranz rings um den mittelständigen Fruchtknoten und stellen getreu einfache Staubblätter vor. Übrigens wäre es angezeigt, dass dieses Thema bezüglich verschiedener Gattungen und Arten der Familie der *Bombaceen* an lebendem Materiale noch besonders eingehender bearbeitet würde.

Mit der letztgenannten Familie hängt jene der *Malvaceen* (B a i l l o n vereinigt sie beide) zusammen. Die vermehrten Staubblätter dieser Familie sind besonders entwickelt. Bei unseren einheimischen Malvaceen wachsen sie mit den Staubfäden zu einer Röhre zusammen, durch welche der säulenförmige Griffel hindurchgeht. An der Basis ist das Röhrchen mit der Basis der Petalen zusammengeflossen, so dass es nach dem Abblühen samt den letzteren abfällt. Wie aus dem Diagramme (Fig. 530) ersichtlich ist, ist die Blüte pentamerisch gebaut. Das Staubblattröhrchen teilt sich am Ende in eine grosse Menge dünner Fäden, w e l c h e v o n e i n e m m o n o t h e c i s c h e n S t a u b b e u t e l a b g e s c h l o s s e n w e r d e n. Diese dédoublierten Staubblätter bilden 5 epipetale Gruppen. Infolgedessen müssen wir uns noch einen Kreis abortierter, episepaler Staubblätter ergänzen. Und da finden wir tatsächlich in der Abteilung *Hibisceae* und *Ureneae* zwischen 5 Staminalgruppen 5 Zähnchen, welche diesen episepalen Staubblättern entsprechen würden. Die Staminalgruppen sind in zwei zentripetale Reihen von Staubblattbüscheln geteilt. Wir haben hier also eigentlich einen dreifachen Grad der Staubblätterteilung: zuerst teilte sich das ursprünglich einfache Primordium radiär in zwei Hälften, dann teilte sich jede Hälfte tangential 2—3mal, endlich zerteilte sich jede so geteilte Partie in einzelne, monothecische Staubblätter. Die Anzahl der so geteilten Staubblätter ist verschieden, manchmal sehr gering. *Malvastrum pentandrum* und *Sida oligandra* besitzen zuletzt nur 5 epipetale Staubblätter, wodurch eigentlich der phylogenetische Beweis über das Dédoublement der 5 einfachen Staubblätter bei den übrigen Malvaceen



Fig. 530. Blütendiagramm von **Althaea rosea**, i) Involucrum. (Nach Eichler.)

geführt ist. Aber erstaunlicherweise haben diese Staubblätter, 5 an Zahl, abermals nur einen einzigen Staubbeutel, was soviel bedeutet, als dass bei den Malvaceen als Grundform des einfachen Staubblatts das monothecische angenommen werden muss. Nun geschieht es aber, dass auch bei unseren Malvaceen (Althaea) die Staubfäden zusammenfliessen, so dass wir bei einigen auch trithecische Staubblätter finden. Dadurch würden sich auch die polythecischen Adelphien der oben genannten Bombaceen gut erklären lassen. Wir haben hier einen zweifachen Vorgang der phylogenetischen Entwicklung: erst teilt sich das einfache Staubblatt in monothecische Bestandteile und dann verbinden sich diese wieder. Aber so viel ist sicher, dass die letzte Einheit des Dédoublements aus dem monothecischen Staubblatt besteht. Bei der Gattung *Ayenia* mit trithecischen Staubblättern und im Hinblicke auf die übrigen Gattungen der Familie der *Sterculiaceen* müssen wir annehmen, dass es sich da um den Beginn der Teilung des einfachen Staubblattprimordiums handelt. Derselben Meinung ist auch Eichler.

In diesem Kapitel wollen wir auch noch kurz von der Verwachsung der Blütenteile Erwähnung tun, obzwar diese Partie sich auch in jedes andere Kapitel dieses Werks einschalten liesse. Die Verwachsung der Blütenteile, also auch der Staubblätter ist gewissermassen der entgegengesetzte Entwicklungsvorgang gegenüber der Teilung und Vermehrung, weshalb ihr Čelakovský den Namen »negatives Dédoublement« beigelegt hat. Alle beliebigen Teile der Blüte können miteinander verwachsen, sowohl in radiärer als auch in tangentialer Richtung. Allerdings fassen wir dieses Zusammenwachsen im kongenitalen Sinne auf, also so, dass die zusammengewachsenen Teile schon im ersten Entwicklungsstadium sich als ein zusammengeflossenes Ganzes darstellen. Denken wir uns z. B. die gamopetale Krone der Gattung *Campanula* in der ersten Entwicklung, so bilden sich zuerst 5 Höckerchen, welche sich später zu 5 Kronblattzipfeln entwickeln. Dann aber tritt ein zusammenhängender Wall auf, aus welchem der übrige, zusammengeflossene Teil der Krone sich ausbildet. Theoretisch stellen wir uns vor, dass eine ähnliche Krone aus der Zusammenwachsung von 5 freien Blättchen entstand, was tatsächlich auch durch die 5 Hauptnerven bestätigt wird, welche durch die verwachsenen Teile der Krone hindurchlaufen und in den freien Zipfeln endigen. Die verwachsenen Blütenteile werden häufig auch durch Narben, Leisten oder andere äusserliche Merkmale angedeutet. Manchmal kann da auch die Anatomie ein wichtiger Zeuge sein.

Durch das Zusammenwachsen von Blütenteilen erfährt allerdings nicht nur die Plastik der Blüte, sondern auch deren Diagramm und ganze Zusammensetzung eine bedeutende Veränderung. Manchmal verändert sich die Zusammensetzung der Blüte derart, dass man nur durch eine sorgfältige Vergleichung verwandter Arten, Gattungen und Familien imstande ist, das betreffende Organ zu enträtseln. Einen grossen Dienst leisten uns

da die Abnormitäten, denn jede Zusammenwachsung ist ein sekundärer Zustand, welcher in Abnormitäten zum ursprünglichen Zustande zurückkehrt. Um wieder auf das schon angeführte Beispiel mit der Gattung Campanula zurückzukommen, bemerken wir, dass in abnormen Blüten dieser Gattung tatsächlich Fälle von 5, durchweg freien Kronblättern vorkommen. Durch die Verwachsung von zwei Kronblattzipfeln entstand die einfache Oberlippe bei der Gattung *Veronica* (Taf. VIII, Fig. 14). Hier verweist kein Umstand auf diese Verwachsung. Aber es kommen häufig Blüten dieser Gattung vor, welche faktisch die Oberlippe der Krone in zwei Zipfel geteilt zeigen.*) Die Kelchoberlippe der Gattung *Utricularia* ist, obzwar theoretisch dreizipflig, infolge vollständiger Verwachsung einzipflig. Ähnlich verhält sich die Sache mit den einzipfligen Blüten-Ligulen der Compositen (Helianthus). *Phyllomelia*, *Morinda, Tricalysia* (Rubiac.) pflegen den mehrzipfligen Kelch in einen gerade abgestutzten, zahnlosen Becher umgewandelt zu haben.

Es ist selbstverständlich, dass durch Verwachsung, Zygomorphie, Dédoublement, Verschiebung und Abort das Blütendiagramm manchmal eine derartige Veränderung erfährt, dass es nicht leicht ist, dasselbe auf dessen ursprüngliche Zusammensetzung zurückzuführen. Als hübsches Beispiel kann uns da die Blüte der schon häufig genannten Gattung *Veronica* dienen, welche ursprünglich in allen Kreisen pentamerisch war und in eine di- und tetramerische Blüte sich verwandelt hat. Die grössten Veränderungen kommen zustande durch die Verwachsung ganzer Kreise, wodurch becherartige, ausgehöhlte Achsen nachahmende Gebilde entstehen. Diese Sache wird aber in einem selbständigen Kapitel behandelt werden.

3. Die Gesetze der Homoeocyklie.

Es geschieht ziemlich häufig, dass abnormer- oder normalerweise an einer und derselben Pflanze oder an verschiedenen Pflanzen derselben Art Blüten, die nach verschiedenen Zahlen zusammengesetzt sind, vorkommen, so dass wir nicht selten Diagramme nach 2, 3, 4, 5, 6, 7 in der Reihe zusammenstellen können. Da ist es dann interessant, die Umgestaltung (Transformation) eines Diagramms in das andere zu verfolgen. Schon Eichler beschreibt in seinem Werke eine derartige Umgestaltung eines Diagramms in das andere bei *Jasminum nudiflorum* und *Berberis vulgaris*. Ich selbst habe beide Fälle nicht nur revidiert, sondern meine Beobachtungen noch auf andere Arten der Gattung *Jasminum* erweitert. Normalerweise kommen solche Reihen an der Terminalblüte im Köpfchen von *Sanguisorba officinalis*, an den Blüten des Mohns *Papaver rupifragum*, an

*) Solche fünfzipflige Kronen bei der Gattung Veronica sind gerade keine Seltenheit: man findet sie bei verschiedenen Arten an vollkommen normalen, gesunden Inflorescenzen. Duchartre beschreibt sie schon im J. 1856.

den Blüten diverser Arten der Gattung *Begonia*, bei der Gattung *Mesembryanthemum* und *Mimusops* vor. Abnorme Fälle von reihenweiser Transformation des Diagramms habe ich bei den Gattungen *Gagea*, *Tulipa*, *Ornithogalum*, *Hyacinthus*, *Anthericum* und *Iris* beobachtet.

Um die Sache klar zu machen, betrachten wir ein Beispiel an der schon oft genannten *Sanguisorba officinalis* (Fig. 531). Wie anderwärts, wo eine terminale Blüte im Blütenstande entwickelt ist, ist dieselbe nach einer anderen Zahl zusammengesetzt als die Lateralblüten. Es kommt hier die Terminalblüte meistenteils 5zählig nach dem 3. Schema vor, während die seitlichen Blüten 4zählig (nach dem 2. Schema) sind. An vielen Blüten finden wir auch die Stellung nach 3, nach 6, ja auch nach 7

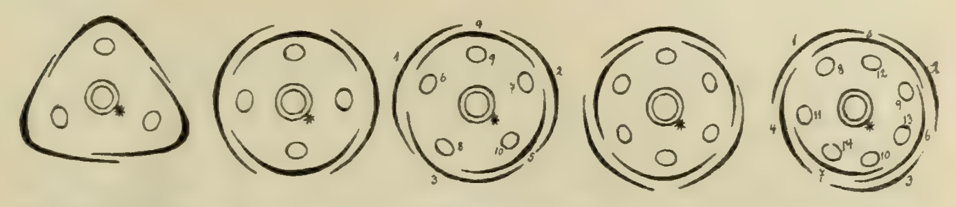


Fig. 531. **Sanguisorba officinalis, die Homoeocyklie an der endständigen Blüte des Köpfchens diagrammatisch dargestellt. (Original.)**

(Fig. 531). Nicht selten habe ich gesehen, wie sich in der Blüte ein inneres Perigonblättchen in zwei Teile spaltet, bis aus demselben zwei Blättchen entstehen, wodurch sich das nachfolgende, in der Reihe angedeutete Diagramm herausstellt. Auch bei den Gattungen *Gagea* und *Begonia* habe ich sehr häufig beobachtet, wie sich ein Blättchen des inneren Kreises in zwei Blättchen teilt. Mit der Teilung des Perigonblättchens erfolgt gleichzeitig die Teilung des gegenständigen Staubblatts. Dadurch ist der sichere Beweis erbracht, dass ein Diagramm aus dem anderen durch Dédoublement entsteht. Wenn wir nun die Zusammensetzung aller Diagramme in der Reihe betrachten, so finden wir, dass in dem dreizähligen hinter einem einfachen Perigon 3 Staubblätter stehen.*) In dem folgenden Diagramm ist ein Blättchen mehr vorhanden und da haben sich alle 4 in zwei alternierende Paare gestellt. Die Staubblätter befinden sich wieder hinter dem Perigon; es ist aber nicht klar, ob sie auch 2 Kreise bilden. Durch die Teilung eines der inneren Petalen (Fig. B) entsteht die Stellung (C). Hier nehmen die Blättchen die Stellung nach $^2/_5$ ein. Die weitere Stellung (D) stellt abermals 2 Perigon- und 2 Staminalkreise dar, das nachfolgende Diagramm (E) neuerdings die Spiralstellung nach $^2/_7$.

Aus dieser Reihe können wir die Beobachtung ableiten, dass bei geraden Zahlen die Teilung der Perigone und Staubblätter in zwei alternierende

*) Das Perigon ist hier einfach, wie bei der Gattung *Alchemilla*. Eine abortierte Blumenkrone kann man nicht voraussetzen (siehe Eichler, l. c.).

Kreise erfolgt, bei ungeraden Zahlen jedoch in einen Kreis mit spiraliger Stellung. Beide Stellungen haben denselben Zweck: die Blütenteile bemühen sich, so gut als möglich den vorteilhaftesten freien Platz einzunehmen.

Zu diesem Beispiele gesellt sich ein ähnliches bei *Berberis vulgaris*, nur mit dem Unterschiede, dass hier zwei Perigone (der Kelch und die Krone) entwickelt sind. Im wesentlichen ist aber die Sache unverändert, nur noch interessanter, weil das Diagramm hier zusammengesetzter ist (Fig. 532). Die Blütentrauben dieses so verbreiteten Strauchs tragen eine nach 2 oder 5 angelegte Terminalblüte, während die seitlichen stets nach 3 angeordnet sind. Die 3zählige Blüte (Fig. A) entstand aus der 5zähligen durch Teilung einer Zahl im Sepalen-, Petalen- und Staminalkreise. Dadurch

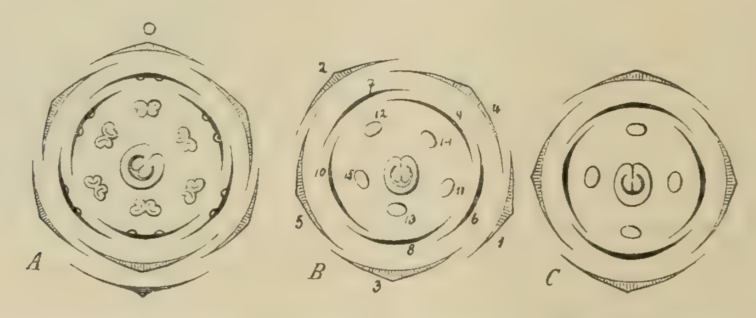


Fig. 532. **Berberis vulgaris.** A) 3zählige Seitenblüte, B) Terminalblüte, C) 2zählige Blüte. (Nach Eichler.)

entstand ein 6zähliger Kreis, welcher sich sofort in 2 alternierende, 3zählige teilte. Wenn wir der Deckung nach die Aufeinanderfolge der einzelnen Teile im 5zähligen Kreise beobachten, so muss uns die eigentlich eine zusammenhängende genetische Spirale nach $^2/_5$ vorstellende Folge aller Teile hintereinander auffallend sein. Das ist in der Tat auch die vorteilhafteste Stellung für eine 5zählige Zusammensetzung der Blüte.

Ganz ähnliche Verhältnisse habe ich in den Petalen von *Papaver rupifragum* gefunden, wo fast regelmässig die Verhältnisse 2 + 2, 5, 3 + 3, 7, 4 + 4 abwechseln.

Verschiedene Zahlen im Blütendiagramme finden wir auch bei einigen Arten der Gattung *Begonia*, wo dann die Verfolgung der Blütentransformationen noch mit dem Auftreten der Zygomorphie und des Blütendimorphismus in Komplikation kommt. Bei der Mehrzahl der Begoniaarten sind die männlichen Blüten regelmässig (aktinomorph) und die weiblichen zygomorph (Taf. IX, Fig. 7, 8). Nur in dem Falle, wenn der Fruchtknoten zweizählig (zweiflügelig) ist, gleicht die weibliche Blüte vollständig der männlichen.

Sehen wir nun aber, wie die 5zählige, zygomorphe Blüte aus der vierzähligen, aktinomorphen entstanden ist. Die äusseren Perigonblättchen in der weiblichen Blüte entstanden durch Teilung der zwei äusseren

Blättchen in der männlichen Blüte, was zuweilen direkt beobachtet werden kann. Die inneren Petalen teilten sich nicht, ja in der zygomorphen Blüte abortierte das eine, in der Symmetrale stehende zur Gänze. Dass wir hier einen Kelch und eine Krone voraussetzen müssen, geht daraus hervor, dass bei der verwandten Gattung *Hillebrandia* Kelch und Krone stets entwickelt und die inneren Petalen immer durch Gestalt und Färbung unterschieden sind. Dass die äusseren den Kelch darstellen und nicht zu den Vorblättern gehören, geht aus der Gegenwart von Vorblättern in der weiblichen Blüte (α, β) hervor.

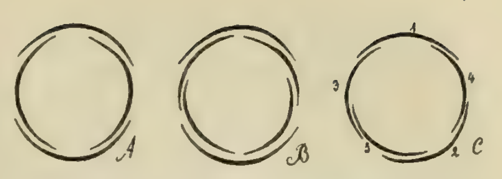


Fig. 533. Homoeocyklie im Perigon von **Mesembryanthemum cruciatum** (A), **M. Lehmanni** (B), **M. stelligerum** (C). (Original.)

Bei der Art *Begonia rex* sind in der weiblichen Blüte Kelch und Krone 3zählig in alternierender Stellung. Diese Zusammensetzung entstand aus der ursprünglich dimerischen Form durch Teilung eines Petalums und eines Sepalums. Verschiedene andere Arten von Begonien weisen sogar noch mehr Petalen und Sepalen auf, welche ebenfalls durch weitere Teilung entstanden sind. In diesbezüglichen Studien könnten jene fortfahren, welche Zutritt zu reicheren Sammlungen lebender Begonien haben.

Aus allem geht aber wieder hervor, dass die höheren Zahlen im Diagramme der Begonien durch Teilung entstehen und dass in allen Fällen sämtliche Bestandteile sich so zu placieren trachten, dass sie den Winkel von 360° gleichmässig verteilen.

Interessante Zahlenverhältnisse findet man ferner bei verschiedenen Arten der Gattung *Mesembryanthemum* (Fig. 533). Hier ist bloss ein einfaches Perigon in der Weise eines krautigen, grünen Kelchs entwickelt, dessen Blätter, namentlich die ersten, den weiter unten befindlichen grünen Blättern sehr ähnlich zu sein pflegen. Die Krone ist durch petaloidisch gestaltete Staminodien ersetzt. Der einfachste Fall ist der, wo die Sepala die Stellung nach dem Schema (A) einnehmen. Es ist das gewissermassen die Fortsetzung der dekussierten Blätterpaare, denn die Blüte ist hier terminal (M. cruciatum, longum, cultratum, pustulatum). Einige Arten haben aber eine charakteristische Stellung nach dem Schema (B). Das finden wir z. B. bei der Art *M. Lehmanni* Eckl. Hier haben sich die inneren Sepala entzweigeteilt und mit dem vorangehenden zweizähligen Kreise eine derartige Stellung eingenommen, dass sie alle zusammen einen Winkel von 360° in 6 gleiche Teile teilen. Es ist das ein ähnlicher Fall wie bei der Gattung *Jasminum*, wie wir noch hören werden. Wir bemerken, dass bei den Mesembryanthemen die Sepala zu einem Receptaculum verwachsen sind. Jetzt aber weist die grosse Mehrzahl der Mesembryanthemumarten eine Stellung nach $^2/_5$, also nach dem Schema (C) auf. Das geschah in

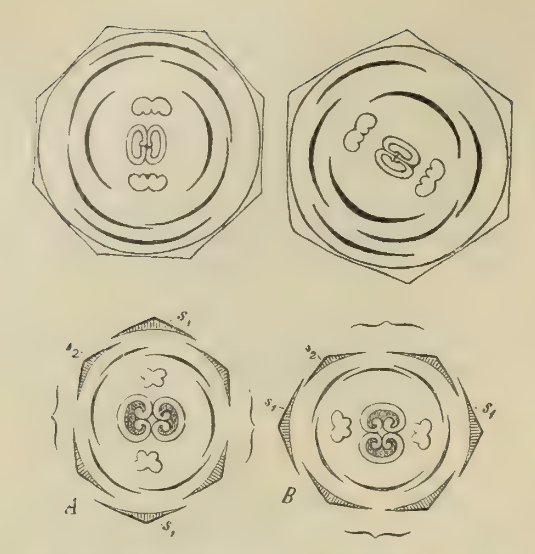


Fig. 534. Homoeocyklie von **Jasminum Sambac** (oben, Original), von **J. nudiflorum** (unten, nach Eichler), A) für seitliche, B) für mediane Stellung des obersten Hochblattpaars.

der Weise, dass sich im inneren Kreise (A) ein Blatt teilte, was z. B. bei M. stelligerum sehr schön zu sehen ist. In einem solchen Falle stellten sich alle 5 Sepala nach $^2/_5$ auseinander, wie wir dies schon an den angeführten früheren Beispielen kennen gelernt haben.

Eigentümlich sind die Blütenverhältnisse bei verschiedenen Arten der Gattung *Jasminum*, welche in die nahe Verwandtschaft der Oleaceen gehört, von denen sie sich wesentlich nur durch die 2—3 Kronenkreise unterscheidet, welche allerdings ein Ganzes bilden, indem sie zu einer langen Röhre verwachsen sind. Bei *J. nudiflorum* (Fig. 534) entfallen auf den Kelch 2 Quirle, ein 2zähliger und ein 4zähliger — offenbar durch Dédoublement aus dem 2zähligen entstandener. Die Krone besteht eigentlich auch aus 2 Quirlen (2 + 4), aber alle Zipfel orientierten sich derart, dass sie $^1/_6$ des ganzen Kreises einnehmen, oder dass sie in die Lücken zwischen die Kelchblätter beider Kelchquirle fallen. Wenn sich also die Krone aus zwei alternierenden, ursprünglich 2zähligen Quirlen zusammensetzt, so können wir die Lage der zwei Staubblätter sowie des Fruchtknotens leicht begreifen.

Bei *J. Sambac* (Fig. 534) kommen zwei Varianten vor, nämlich Blüten, die im Kelche und in der Krone entweder sieben- oder achtzählig sind. In beiden Fällen bilden die Kelchzipfel einen einzigen, zusammenhängenden Quirl ohne sichtbare Deckung. Die Krone bildet in beiden Fällen scheinbar einen Quirl, aber aus der Deckung der Zipfel ist deutlich zu ersehen, dass dieser Quirl ursprünglich aus 3 Quirlen besteht, von denen der äussere und innere im ersteren und im letzteren Falle zweizählig, der mittlere aber im ersteren Falle durch Dédoublement bei der Petalen vier-, im letzteren aber durch Dédoublement eines Petalums dreizählig ist. Alle jedoch orientieren sich immer derart, dass sie die 360^0 in 7 oder 8 Teile teilen; es fallen also die Korollenlappen a u f, und die Kelchlappen z w i s c h e n die Radien. Die Lage der Staubblätter und des Fruchtknotens ist dieser Erklärung zufolge selbstverständlich.

Bei der Art *J. Wallichianum* und manchmal bei *J. nudiflorum* ist die Korolle fünfzählig, was durch Dédoublement nur eines einzigen Lappens

des inneren Quirls entstanden ist. Dass wir hier Dédoublement annehmen müssen, geht aus den Fällen hervor, wo tatsächlich 2 + 2zählige Kronen und auch solche Blüten vorkommen, in denen sich ein Korollenlappen durch einen Einschnitt entzweiteilt. Wie sich die Kronlappen decken, ist gar nicht entscheidend, denn die Deckung kann sekundär eine verschiedenartige Gestaltung annehmen. Ich habe einmal eine Blüte von *J. Sambac* gefunden, welche eine achtzählige Korolle mit den sich in einer und derselben spiraligen Richtung deckenden Lappen hatte.



Fig. 535. Homoeocyklie von **Mimusops Elengi** L (Original.)

Schliesslich führen wir hier das Beispiel an *Mimusops Elengi L.* an (Fig. 535), wo wir 2-, 3- bis 4zählige Kelchquirle, einen 6—8zähligen Corollenquirl, einen 6—8zähligen Staminodienquirl und ebenso einen Staminal- und Fruchtknotenkreis haben. Der Corollenquirl fällt abermals in die Lücken zwischen die Kelchlappen beider Quirle und entstand offenbar durch Dédoublement der ursprünglichen 4.

Wenn wir die Beobachtungen an allen hier angeführten Beispielen vergleichen, so gehen aus denselben für diese Erscheinungen nachstehende allgemeine Regeln hervor:

1. Wenn sich die Zahl irgend eines Cyklus durch Teilung eines Perigonblattes verändert, so nehmen sofort alle Blätter eine solche Stellung ein, dass sie den Winkel von 360° gleichmässig einteilen. Ein ähnlicher Vorgang tritt dann ein, wenn 2—3 Quirle sich zu einem einzigen (in der sympetalen Corolle oder in dem sympetalen Kelche) verbinden.

2. Wenn die Cyklen derart nacheinander folgen, dass die Gesamtzahl der Lappen in 2 hintereinander folgenden Cyklen der Gesamtzahl der Lappen des dritten, vorangehenden oder ihnen nachfolgenden Cyklus gleich ist, so stellen sich die Lappen dieses Cyklus in die Lücken zwischen den Lappen der beiden genannten Quirle.

3. Wenn die gleichzähligen Quirle hintereinander superponiert sind, so bilden sie zusammen eine zusammenhängende, genetische Spirale nach der Divergenz der Zahl eines Cyklus, wodurch die ganze Blüte sich in einen acyklischen Typus umwandelt.

Diese aus der reihenmässigen Anordnung des Blütenplans hervorgehenden Gesetze mögen die gemeinschaftliche Bezeichnung »Homoeocyklie« tragen.

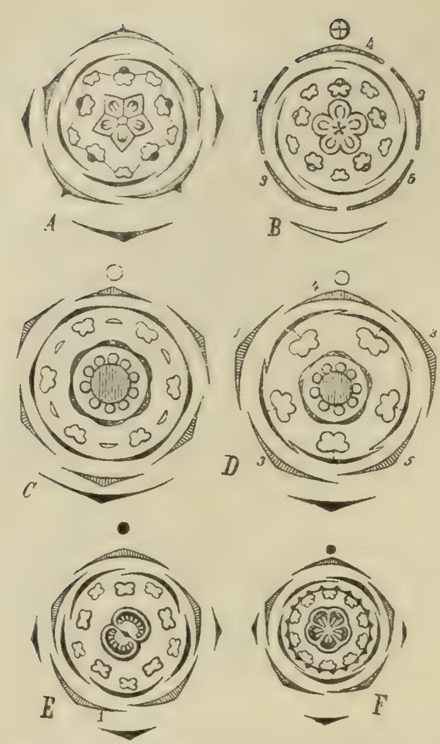


Fig. 536. Beispiele der Obdiplostemonie (A, B, E, F) und der Abortierung des Staminalkreises (C, D). A) Geranium pratense, B) Limnanthes Douglasii, C) Naumburgia thyrsiflora, D) Primula officinalis, E) Saxifraga granulata, F) Melia Azedarach. (Nach Eichler.)

4. Die Obdiplostemonie.

Wenn wir die Zusammenstellung des Diagramms der gemeinen Wiesenpflanze *Geranium pratense* (Fig. 536) beobachten, so wird es uns sofort auffallen, dass der, hinter den Petalen stehende Staminalkreis mit denselben nicht alterniert, sondern hinter ihnen steht. Es folgt dann ein alternierender zweiter Staminalkreis. Diese Stellung widerspricht also dem Alternationsgesetz. Wie sollen wir diese Erscheinung verstehen, da wir doch offenbar sehen, dass hier von Abortierung irgend eines Blütenquirls keine Rede sein kann?

In der Blüte der Familie der *Primulaceen* (Fig. 536) finden wir gleichfalls einen, hinter den Petalen stehenden Quirl von Staubblättern, welche sogar in die Kronröhre hinter den Kronlappen eingefügt sind (Primula). Weil hier aber nur ein Staminalquirl vorkommt, so setzen wir voraus, dass der zweite Quirl dem Abort unterlag. Es ist dies wirklich der Fall, denn bei den Gattungen *Samolus* und *Naumburgia* treten diese abortierten Staubblätter als staminodiale Rudimente auf und in den benachbarten Familien der Sapotaceae und Ebenaceae fehlt tatsächlich dieser Staminalquirl nicht. V. Vlček fand in einem abnormen Falle an einer vollkommen gesund und normal entwickelten *Primula officinalis* diesen Staminalkreis tatsächlich vor. Eine ähnliche Nachricht verzeichnet L. Marchand an *P. Auricula*.

St. Hilaire und seine Nachfolger (Duchartre, Wigand, Pfeffer) sagen, dass die epipetalen Staubblätter der Gattung *Primula* zu den Petalen gehören, geradeso, wie die fertile Hälfte des Blatts der Gattung *Botrychium* zu der unfruchtbaren Hälfte gehört, weil sie ursprünglich aus einem einzigen Primordium, welches sich in zwei Teile geteilt hat, entstanden sind. Diese Vergleichung ist aber wenig wahrscheinlich, da die so weit verwandtschaftlich entfernten Typen phylogenetische Beziehungen nicht aufweisen können. Überdies ist das Staubgefäss und das superponierte

Petalum mit seinen Gefässbündeln nicht gegeneinander sondern gleichstimmig zur Blütenachse orientiert.

Superponierter Staminalkreis auf die Weise, wie bei den Primulaceen ist aber in zahlreichen anderen Familien (Ericaceae, Geraniaceae, Oxalidaceae, Caryophyllaceae u. s. w.) verbreitet, mit dem Unterschiede, dass nach demselben noch ein zweiter alternierender Staminalkreis folgt, während bei den Primulaceen der abortierte Kreis dem superponierten vorausgeht. Es ist demzufolge der Fall der Ericaceen und der genannten Familien ein anderer und, wie man gleich sehen wird, von zusammengesetzter Art.

Payer und nach ihm Čelakovský haben diese Erscheinung richtig in nachstehendem Sinne ausgelegt: der hinter den Blumenblättern stehende Staminalkreis ist tatsächlich morphologisch der zweite und der nachfolgende Kreis der erste, aber bei beiden Kreisen trat eine Verschiebung resp. ein Platzwechsel ein. Dieser Platzwechsel hat aber gewöhnlich auch einen solchen der Karpelle im Fruchtknoten zur Folge, derart, dass dieselben mit dem zweiten Staminalkreise alternieren. Dies erfolgt aus dem einfachen Grunde, weil der Fruchtknoten in dieser Position mehr Platz zu seiner Entwicklung findet. Diese besonderen Verhältnisse in der Zusammensetzung der Blüte erhielten den Namen Obdiplostemonie.

Die hier gegebene und gegenwärtig allgemein akzeptierte Deutung hatte einen harten Kampf mit den Ansichten vieler, namentlich älterer Botaniker auszukämpfen, welche wiederum auf Grundlage der unglückseligen Ontogenese, diese Sache auf verschiedene Weise mit den allgemeinen Regeln der Morphologie in Einklang zu bringen versuchten.

An diese Theorie hat sich zuerst auch Eichler gehalten, aber nach dem Erscheinen der ausgezeichneten Arbeit Čelakovskýs überzeugte er sich von der Richtigkeit der Erklärung Payers.

Hofmeister und Sachs sagen, dass die episepalen Staubblätter normal die ersten sind, weil sie in der Jugend faktisch zuerst zur Entwicklung gelangen, aber dass zwischen dieselben und zwischen die Blumenblätter sich noch nachträglich ein zweiter Quirl von epipetalen Staubblättern eingeschoben hat. Diese Theorie steht im Widerspruch mit der Erfahrung, dass in den Blüten eine ähnliche Einschiebung der Quirle nirgends erfolgt und ferner hauptsächlich damit, dass es nicht immer wahr ist, dass sich die episepalen Staubblätter zuerst und die epipetalen als zweiter Quirl entwickeln, wie wir noch hören werden.

Dicksons Theorie, derzufolge die epipetalen Staubblätter blosse Anhängsel der episepalen Staubblätter sein sollen, entbehrt eigentlich jeder Begründung und hat deshalb auch keine Anhänger gefunden.

A. Braun nimmt die obdiplostemonische Stellung als die ursprüngliche an, sagt aber, dass wir uns die epipetalen Staubblätter und Petalen noch durch einen dazwischen liegenden, alternierenden Petalenquirl ergänzen müssen. Dieser Petalenquirl sei vollständig dem Aborte anheim-

gefallen, bei den *Geraniaceen* und *Oxalidaceen* sei er aber in Gestalt von 5 Drüsen an der Basis der Staubblätter entwickelt. Hiezu muss vor allem darauf hingewiesen werden, dass die Einschiebung eines zweiten Petalenkreises durch Analogien in der nahen Verwandtschaft nicht bestätigt wird und ferner, dass die erwähnten Drüsen nur Nektaremergenzen sind, wie solche auch anderwärts in anderen Familien vorkommen. Uebrigens bildet sich in der Gattung *Pelargonium* Nektar im Sporne — und da fehlen dann die Staubblattdrüsen sofort, was ihre Bedeutung am besten klarstellt.

Schliesslich noch eine Bemerkung über die Ansicht Schumanns, welcher wieder als Ontogenetiker sich bemüht, in diese Angelegenheit die Kontakttheorie Schwendeners einzuführen. Schumann sagt, dass die Blütenteile sich dort und so entwickeln, wie sie die Primordialfigur durch ihre Formen dazu zwingt, infolgedessen seien die ersten Staubblätter jene, welche sich stärker entwickeln. Diese Theorie erläutert eigentlich nichts, sondern beschreibt bloss den praesenten Stand der Blüte in der Jugend.

Alle genannten Autoren haben stets ihr Augenmerk hauptsächlich darauf gerichtet, in welcher Weise sich in der Jugend beide Staminalquirle entwickeln. Bei vielen obdiplostemonischen Staubblättern entwickeln sich tatsächlich die episepalen Staubblätter früher als die epipetalen, wogegen Frank und Schumann einwenden, dass bei *Geranium* und *Oxalis* manchmal beide Quirle sich umgekehrt entwickeln — es kommen also in denselben Gattungen beide Entwicklungsarten vor! Was kann uns also die Entwicklung da sagen? In der Gattung *Commelina* gelangt (nach Payer, Chatin, Baillon) der innere Staminalquirl früher als der äussere zur Ausgestaltung, obzwar der letztere der erste und jener (der innere) der zweite ist — also abermals ein Beleg dafür, was die Ontogenese bedeutet! Auch bei den *Umbelliferen* gelangen zuerst die Staubblätter und dann erst die übrigen Blütenteile: die Krone, der Kelch und zuletzt der Fruchtknoten zur Entwicklung.

Zu Gunsten der Theorie Payers spricht eine ganze Reihe von wichtigen Momenten:

1. Bei den Gattungen *Limnanthes* und *Parnassia* wurde die Beobachtung gemacht, dass in der ersten Jugend sich tatsächlich die episepalen Staubblätter als erste Staubblätter entwickeln, dass sie aber später vor die epipetalen Staubblätter rücken. Auch bei den *Geraniaceen* und *Oxalidaceen* stehen beide Staminalquirle ursprünglich in einem Kreise und erst später nehmen sie eine obdiplostemonische Position ein.

2. Dass eine Verschiebung der Staminal- und Petalenquirle tatsächlich existiert, dafür haben wir zahlreiche Belege an Arten, wo beide Staminalquirle zu einer dünnen Membran zusammenwachsen und so einen einzigen Kreis vorstellen, obzwar nach dem Fortschritte der Maturität und Länge der Staubfäden zu ersehen ist, dass dieser Kreis aus zweien entstand (Tamarix, Myricaria, Melia). Solche Staubblätter, welche aus zwei Kreisen

einen einzigen zusammensetzen, könnten pseudohaplostemonisch genannt werden gegenüber solchen Staubblättern, welche in der Blüte schon ursprünglich nur einen einzigen, einfachen Quirl bilden (haplostemones).

3. In der Familie der *Caryophyllaceen* pflegt die Umstellung der Staubblätter so schwach zu sein, dass sie eigentlich alle zusammen einen Quirl bilden.

4. In der Gattung *Triglochin* verschiebt sich der äussere Staminalquirl bis hinter den inneren Perigonquirl (Fig. 537). Hier wollen wir auch unsere neue Beobachtung an den Gattungen *Dichapetalum*, *Lychnis*, *Cucubalus* und *Silene* (Fig. 537) einfügen. Die Blumenblätter der Gattung *Dichapetalum* sind am Ende gespalten und allmählich in einen langen, an der Basis ein wenig verbreiterten Nagel verschmälert. Hier ist an der Basis gut zu sehen, dass mit diesen Blumenblättern in einem Quirle die Staubfäden stehen und dass die Ränder der letzteren mit den Rändern der Petalennägel verwachsen. Wir haben hier also einen interessanten Fall, wo der Staminalkreis mit dem Corollenkreise zusammenfliesst. Der zweite Fall: Wenn wir bei der Gattung *Lychnis* und deren Verwandten aufmerksam beobachten, wie die Staubblätter mit ihren Fäden an das Gynophor anwachsen, so sehen wir, dass die Nägel der Blumenblätter und die Fäden der episepalen Staubblätter einen Quirl bilden! So erhalten wir eigentlich ein richtiges Diagramm (Fig. 537, B). Hier hat sich also der Quirl der episepalen Staubblätter aus seiner ursprünglichen Lage bis in den Blumenblattquirl verrückt. So stehen die epipetalen Staubblätter tatsächlich im zweiten Quirl und sind an die Petala angewachsen. Es wundert mich, dass diese interessanten Verhältnisse von keinem der erwähnten Autoren beachtet wurden. Infolge dieser Stellung nimmt der Fruchtknoten seine ursprüngliche Stelle ein.

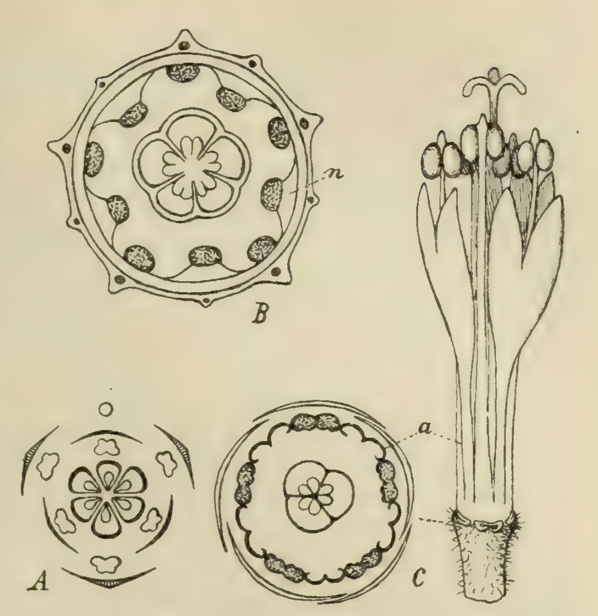


Fig. 537. Beispiele der Verschiebung des Staminalkreises. A) **Triglochin maritimum** (nach Eichler), B) **Lychnis Haageana**, n) Petalumsnagel mit dem epipetalen Staubfaden verwachsen, C) **Dichapetalum Courouanum** Engl., a) Petala. (Original.)

5. In der Familie der *Saxifragaceen*, wo ebenfalls Obdiplostemonie vorhanden ist, abortiert bald der innere, bald der äussere Staminalquirl. Interessante Abortationsverhältnisse eines Staubblattkreises findet man in der

Familie *Diapensiaceae*, wo die Gattung *Galax* zwei gleich entwickelte Antherenkreise besitzt, die Gattung *Shortia* zeigt den inneren Kreis in Staminodien verwandelt und bei der Gattung *Diapensia* ist der epipetale Kreis gänzlich abortiert.

Es erübrigt uns noch, die Umstellung des Fruchtknotens in obdiplostemonischen Blüten zu besprechen. Vom Standpunkte des Hofmeisterschen Gesetzes ist es eigentlich selbstverständlich, dass, wenn die episepalen Staubblätter den inneren Quirl einnehmen, die Karpelle des Fruchtknotens mit ihnen alternieren müssen. Dies geschieht tatsächlich auch und dass dies nur deshalb erfolgt, weil die Staminalquirle ihre Stellen ausgewechselt haben, geht aus dem Faktum hervor, dass bei den Caryophyllaceen in vielen Gattungen, wo eine deutliche Obdiplostemonie nich durchgeführt ist, tatsächlich die Karpelle in der ursprünglichen episepalen Lage verharren (Lychnis, Cucubalus, Melandryum, Cerastium). *Viscaria vulgaris* hat die Staubblätter in einem Quirl und da zeigt sich der Fruchtknoten bald in epipetaler, bald in episepaler Lage. Ausserdem gibt es eine ganze Reihe anderer Familien und Gattungen, wo zwar bei den Staminalquirlen eine Verrückung eintrat, der Fruchtknoten aber seine Lage nicht verändert hat (Styraceen, Ebenaceen, Limnanthaceen, Coriaceen, Triphasia, Turraea, Quivisia, Mahernia, Hermannia u. a.). Das ist eigentlich eine unvollständige Obdiplostemonie.

Als Beleg dafür, dass der Fruchtknoten seine Lage nach der faktischen und nicht nach der theoretischen Zusammesetzung der Blüte richtet, kann uns *Rhodiola rosea* (Crassul.) dienen. Dieselbe hat diklinische Blüten. In den männlichen befinden sich Rudimente von Karpellen, welche tatsächlich mit dem inneren Quirl der obdiplostemonischen Staubblätter alternieren. In der weiblichen Blüte ist von Staubblättern keine Spur und alternieren da die Karpelle mit den Petalen, obzwar sie theoretisch hinter den Sepalen wie in der männlichen Blüte stehen sollten. Dass der Fruchtknoten dem Einflusse der Position des nächsten Blütenquirls unterliegt, ist gewissermassen das gerade Gegenteil des Beharrungsvermögens des Fruchtknotens, welches wir bei der Gattung Campanula (S. 853) geschildert haben.

Eine besondere Modifikation der Obdiplostemonie bilden schliesslich Blüten, deren Fruchtknoten minderzählig ist, als es die Staminalquirle sind, so z. B. dort, wo die pentamerische Blüte einen dimerischen Fruchtknoten aufweist. In einem solchen Falle nehmen die Karpelle eine mannigfaltige Lage, ohne Rücksicht auf die Stellung der Staubblätter ein (siehe z. B. die Fig. 536 der Art *Saxifraga granulata*). In ähnlicher Weise ändert die Blütenzygomorphie gar nichts an der Obdiplostemonie, ebenso wie das Dédoublement der Staubblätter.

Die Obdiplostemonie ist im Pflanzenreiche sehr verbreitet; ganze Gruppen von Familien sind durch dieselbe charakterisiert, so z. B. die

Ericaceen, Crassulaceen, Geraniaceen, Oxalidaceen, Saxifragaceen, Caryophyllaceen, Linaceen, Sterculiaceen, Tremandraceen u. s. w.

Zum Schlusse könnten wir fragen, welche biologische Ursache die Umstellung der Staubblätter in obdiplostemonischen Blüten bewirkt habe. Und da müssen wir gestehen, dass uns die Obdiplostemonie abermals einen der unzähligen Fälle vorstellt, wo die Biologie nicht einmal annähernd die Ursache der morphologischen Ausgestaltung der Organe auszulegen vermag. Welchen biologischen Grund die Obdiplostemonie hat, wissen wir einfach nicht.

5. Der Anschluss der Blüte an die Mutterachse.

Wenn die Blüte an einer Achse aus der Achsel eines Blatts oder Hochblatts entspriesst, so nimmt sie zu dem letzteren und zur Mutterachse eine gewisse Lage ein, welche etwa wie eine diagrammatische Zusammensetzung der Blüte für eine mehr oder weniger ausgedehnte Verwandtschaft eine konstante Eigenschaft bildet. Das gilt auch für die Inflorescenz, wo das Stützblatt durchweg durch eine Braktee vertreten wird. Jene Orientierung kann man an der Lage der ersten Kelchblätter und noch besser an den Vorblättern (prophylla), welche gewöhnlich dem Kelche oder überhaupt der Blüte vorangehen und in der botanischen Praxis mit griechischen Buchstaben (α, β, γ . . .) bezeichnet werden, hervorheben.

Wir haben bereits im II. Teile dargelegt, dass die Achselzweige allgemein mit, in bestimmter Lage orientierten Blättern oder Schuppen beginnen. Bei den Monokotylen ist es das adossierte Blatt, bei den Dikotylen sind es zwei transversal gestellte Blätter — gewissermassen die ersten Kotyledonen der Seitensprosse. Diese grundlegende Orientierung macht sich auch im wesentlichen in den Blüten und Inflorescenzen geltend, denn auch hier beginnt die Blüte bei den Monokotylen mit einem adossierten Vorblatt und bei den Dikotylen mit zwei transversalen. Aus der Achsel dieser Vorblätter erfolgt nicht selten die weitere Verzweigung der Inflorescenz.

Nur selten wo geschieht es, dass die seitliche Blüte keine Vorblätter hat, in welchem Falle, wie schon erwähnt wurde, das erste Kelchblatt sich in eine solche Position stellt, welche das erste Vorblatt einnehmen würde, wenn es hier entwickelt wäre. Noch häufiger aber geschieht es, dass die Abwesenheit der Vorblätter nur durch Abort hervorgerufen wurde, was durch die Lage der ersten Kelchblätter verraten wird, welche sich so orientieren, als ob hier die beiden Vorblätter entwickelt wären. So z. B. fallen bei den Cruciferen die ersten 2 Kelchblätter deshalb in die Mediane, weil ihnen zwei abortierte, transversale Vorblätter vorangehen.

Die Vorblätter können nun eine verschiedenartige Orientierung zu der Blüte darnach einnehmen, wie diese zusammengesetzt ist, obzwar wir

uns in vielen Fällen die besondere Stellung der Vorblätter weder durch eine ontogenetische, noch durch eine biologische Ursache erklären können. Es ist dies ein spezielles, ererbtes Charaktermerkmal der betreffenden Pflanzenart.

Bei den Monokotylen fängt also die Blüte mit einem adossierten Vorblatt an, allein es gibt genug Beispiele, wo zwei Vorblätter eine transversale Stellung einnehmen, obzwar wir gleichzeitig an den Vegetativzweigen bloss ein einziges, adossiertes Blatt oder eine derlei Schuppe bemerken. Aber mehrere Vorblätter kommen bei den Monokotylen nirgends vor.

Das adossierte Vorblatt ist fast immer zweikielig, was davon herrührt, dass dasselbe bei seiner Entwicklung durch die Axillarblüte an die Mutterachse gedrückt wurde. Dass sich dies so verhält und dass hier nicht zwei, zu einem einzigen verwachsene transversale Vorblätter vorausgesetzt werden können, wie dies einige Autoren verstehen wollten, geht aus dem Umstande hervor, dass sich diesem adossierten Vorblatte das nachfolgende, an der Mutterachse stehende Phyllom in die Mediane gegenüberstellt. Dann gibt es auch noch solche Fälle, wo das einzige Vorblatt nicht in der Mediane, sondern schwach seitwärts *(Lilium)*, oder sogar in der Transversale steht (*Cannaceae*, *Commelinaceae*, *Hedychium* — Fig. 560), was immer zur Folge hat, dass es einkielig wird (am Rücken). Und bei der Gattung *Alisma* steht es zwar auch seitwärts und ist dasselbe zweikielig, aber es kann da bewiesen werden, dass es in diese Position aus der Mediane hinein gedrückt wurde.

Die Lage der zwei Vorblätter bei den Dikotylen richtet sich häufig nach der Zusammensetzung der Axillarblüte. Allgemein kann man zwei Fälle unterscheiden: entweder liegt eines der Vorblätter rechts und schreitet zum zweiten und weiterhin zum ersten Perigon (Kelch) vor in der Richtung nach links, oder es liegt links und fügt sich an das nachfolgende in der Richtung nach rechts an. Das kann wiederum von unten nach oben oder umgekehrt erfolgen, was wir am besten an der übersichtlichen Abbildung Fig. 538 sehen. Auch pflegen beide Vorblätter nicht immer genau in der Transversale gestellt, sondern manchmal mehr der Mutterachse, manchmal wieder dem Stützblatte genähert zu sein.

Eine andere Position nehmen auch die Vorblätter unter dem Kelche (Perigon) ein, dessen Blätter sich gleichzeitig im Kreise entwickeln (also als Wirtel), und anders unterhalb des Kelchs, dessen Blätter sich fortschreitend nach irgend einer phyllotaktischen Divergenz entwickeln.

Alle diese Einzelnheiten sind der Gegenstand eines eingehenden diagrammatischen Studiums der Blüten, in welcher Beziehung wir auf die vorzüglichen Details in dem schon zitierten Werke Eichlers verweisen. Wer sich für die Entwicklung in der Jugend u. zw. nicht nur der Vorblätter, sondern auch der Blüte selbst interessiert, den verweisen wir auf das umfängliche Werk Schumanns, wobei wir aber zugleich bemerken

müssen, dass die Ansichten dieses Autors, welche durchweg auf dem unbeschränkten Glauben an die entscheidende Bedeutung der Ontogenese beruhen, den morphologischen Fakten widersprechen und unrichtig sind.

Dass die Vorblätter manchmal eine wichtige Rolle in der Plastik und Biologie der Blüte spielen, werden wir im nächsten Kapitel kennen lernen.

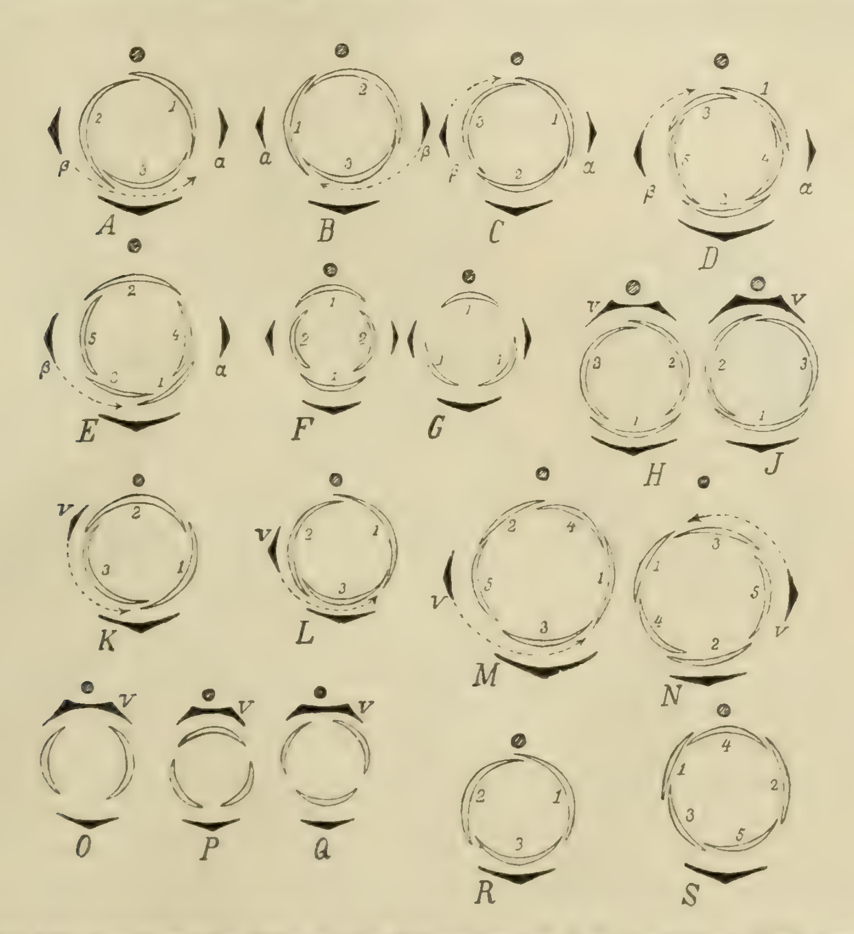


Fig. 538. Anschluss der Blüte an die Mutterachse; α, β, v) Vorblätter. (Nach Pax.)

Hie und da bilden sie für sich allein entweder eine besondere Hülle oder einen Calyculus. So ist der, aus drei Vorblättern zusammengewachsener Calyculus bei der Gattung *Tofieldia* oder der Calyculus bei der Gattung *Quinchamalium* (Santal.), wo die Stützbraktee mit den beiden Vorblättern verwächst, bekannt. U. s. w.

Auch ihre Entwicklung bei den Dikotylen kann verschieden sein. Einmal abortieren sie spurlos in derselben Gattung oder in verwandten Gattungen oder treten dieselben nur als Rudimente auf; in anderen Fällen wieder entwickeln sie sich als grosse Organe. So sind viele Gattungen der

Leguminosen vollkommen vorblattlos, während andere wiederum gut entwickelte Vorblätter besitzen, welche sogar als Klappen zur Einhüllung junger Blüten (Amherstia, Berlinia) Dienste leisten. *Convolvulus arvensis* hat an dem Blütenstiel nur rudimentäre Vorblätter, während sie bei *C. sepium* als aufgeblasene Hülle unterhalb eines unbedeutenden Kelchs auftreten. Sie vertreten hier, wie es auch anderwärts häufig vorkommt, die Funktion des eigentlichen Kelchs.

Eine besondere Zusammensetzung in der Blüte bilden die mehrzähligen Vorblätter. Es gibt Blüten, denen zahlreiche Vorblätter vorangehen, deren Anordnung dann verschiedenartig ist. Ein schönes Beispiel haben wir an den Blüten der *Camellia japonica*, bei denen vorerst 2 kleine Vorblätter (Fig. 539) in transversaler Stellung sich zeigen. Ihnen nach folgen dann in alternierender Anordnung in zwei Reihen noch weitere Vorblätter, welche sich fortschreitend vergrösseren, bis sie die Gestalt eines Kelchs, welcher die Korolle umfasst, erhalten. Beide Reihen übergehen auch allmählich in eine spiralige Kelchstellung nach $^2/_5$. Hier sehen wir also keinen wesentlichen Unterschied zwischen den Vorblättern und dem Kelche, während bei der verwandten *Visnea Mocanera* L. bereits zwischen dem Kelche und zwei kleinen Vorblättern (α, β) eine deutliche Differenzierung vorhanden ist und die letzteren gegenüber dem ersten Kelchblatte aneinander genähert sind. Manchmal entwickelt sich noch ein weiteres Vorblatt weiter unten am Stiele.

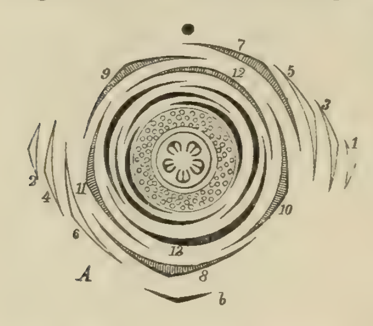


Fig. 539. **Camellia japonica,** Vorblätter (1, 2 . . .) allmählich in die Kelchblätter übergehend. (Nach Eichler.)

Auch bei *Echites chilensis* DC. (Apocyn.) gehen dem Kelche 8—10 Vorblätter voran, welche am Stiele mit Paaren von alternierenden, kleinen Schuppen beginnen, die dann allmählich sich vergrössern, alternieren und in Kelchblätter sich verwandeln. Hier ist also ebenfalls der Kelch von den Vorblättern weder durch seine Gestalt noch durch seine Stellung besonders differenziert.

Auch bei *Antonia ovata* (Logan.) gehen dem Kelche bis 11 schuppenförmige Vorblätter voran, welche unterhalb der Blüte eine Art von Involucrum (Fig. 540) bilden. *Audouinia capitata* Brgn. (Bruniac.) hat im Kelche 5 häutige Blättchen, welche jedoch in 9 ganz ähnliche, der Basis zu allmählich sich verkleinernde Vorblätter übergehen. Ganz ähnliche und ähnlich angeordnete Vorblätter wie bei Camellia hat *Blastemantus gemmiflorus* Pl. (Ochnac.). *Diapensia lapponica* L. hat unterhalb des Kelchs 3 Vorblätter, welche in Gestalt und Stellung allmählich in den Kelch übergehen. Das unterste ist ein wenig auf den Blütenstiel hingerückt. Bei der verwandten *Shortia galacifolia* Gray, welche am Ende ihres Schaftes nur eine

einzige Blüte trägt, steigen sogar die 4 kelchähnlichen Vorblätter auf den Schaft herab. Auch bei vielen Arten der Gattung *Hibbertia* (Dillen.) übergehen die grünen Blätter allmählich in Vorblätter und diese in einen fünfzähligen Kelch. Die Corolle ist aber scharf gesondert. *Erica Banksii* W. (Fig. 23, Taf. VII) besitzt an der Corollenbasis 3 Paare lederartiger Schuppen, welche nach unten an Grösse abnehmen. Alle diese Schuppen sind einander ähnlich, so dass man nicht sagen kann, welche dem Kelche angehören.

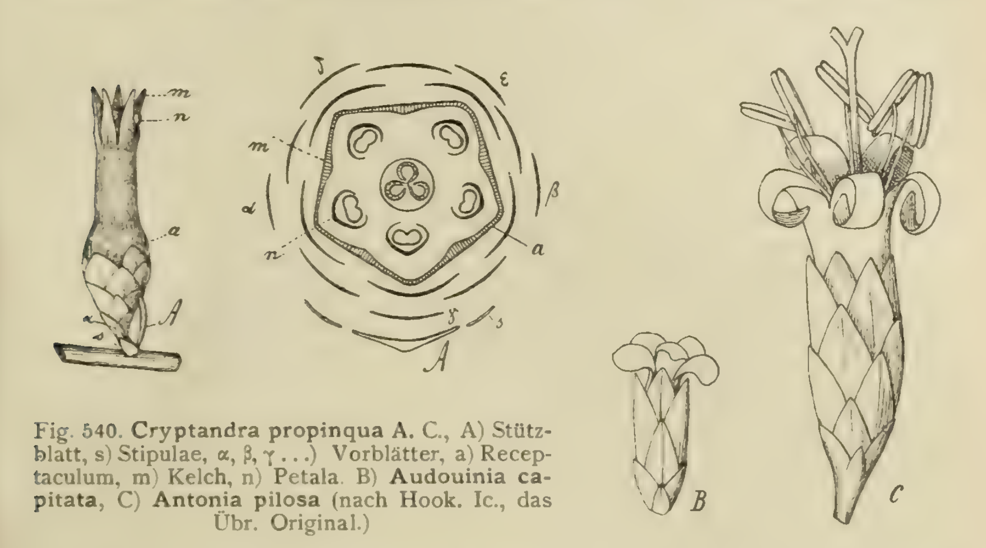


Fig. 540. **Cryptandra propinqua A. C.**, A) Stützblatt, s) Stipulae, α, β, γ . . .) Vorblätter, a) Receptaculum, m) Kelch, n) Petala. B) **Audouinia capitata**, C) **Antonia pilosa** (nach Hook. Ic., das Übr. Original.)

Die abgebildete *Cryptandra propinqua* A. C. (Rhamnac., Austral.) hat ein röhrenförmig verlängertes Receptaculum, welches oben durch einen fünfzipfligen Kelch bekränzt ist. Unter dem Receptaculum aber bilden 15 Schuppen ein dachiges Involucrum, welches mit 2 transversal gestellten Vorblättern (α, β) beginnt, wie aus der Abbildung Fig. 540 ersichtlich ist.

Aus den hier angeführten Beispielen muss Jedem evident sein, dass die Vorblätter metamorphosierte Blätter sind und dass der Kelch eigentlich nur deren Fortsetzung darstellt. Das gilt auch für solche Fälle, wo der Kelch eine röhrenförmige Form annimmt oder zu einem Receptaculum verwächst. Es ist deshalb unmöglich, den Kelch als eine verwandelte Corolle anzusehen. Das gleiche gilt auch für die nichtdifferenzierten, einfachen Perigone. Diese Erkenntnis ist wichtig, denn wir werden im nächsten Kapitel sehen, dass der Kelch auch anders ausgelegt wurde.

Hier müssen wir schliesslich auch noch der Terminalblüten am Stengel oder in der Inflorescenz gedenken. Den, den beblätterten Stengel abschliessenden Blüten gehen natürlicherweise zuerst grüne Blätter voran, welche sich allmählich in eine verschiedene Anzahl von Hochblättern umwandeln, von denen die nächsten als Vorblätter angesehen werden können. In den Inflorescenzen sind die Terminalblüten öfter mit einer grösseren Anzahl

von Vorblättern versehen, als die seitlichen oder wenigstens mit Vorblättern von anderer Anzahl und Stellung. Wenn aus der Achsel dieser Vorblätter weitere Blüten oder Inflorescenzzweige hervorkommen, so scheinen sie vorblattlos zu sein. Aber das sind lauter spezielle Sachen, welche der Systematiker oder Morpholog von Fall zu Fall besonders untersuchen muss.

6. Das Diagramm der zygomorphen Blüte.

Blüten, deren Bestandteile vermöge ihrer Ausgestaltung und Lage zu einer Ebene (Symmetrale) derart orientiert sind, dass diese Ebene sie in zwei gleiche Hälften teilt,

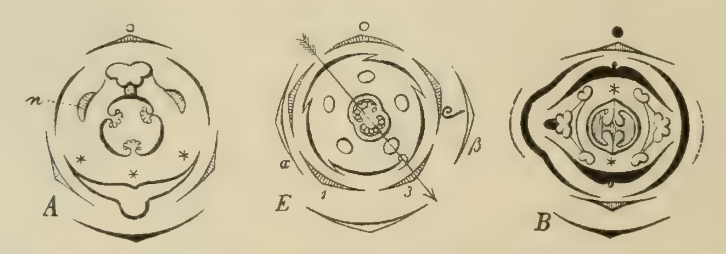


Fig. 541. Beispiele zygomorpher Blütendiagramme. A) **Orchis**, n) Staminodien, B) **Corydalis**, E) **Hyoscyamus**. (Nach Eichler.)

heissen zygomorphe Blüten. Solche Blüten pflegen gespornt, 1—2-lippig, helmförmig etc., überhaupt aber immer in der Ebene der Symmetrale besonders ausgestaltet zu sein, worüber wir die Details in dem zunächstfolgenden Kapitel bringen werden. Die Symmetrale fällt in den meisten Fällen in die Mediane, aber manchmal auch in die Diagonale (Fig. 541), in seltenen Fällen ist sie vollkommen transversal. Beispiele für den ersten Fall haben wir überall die Menge: Orchis, Labiatae, Scrophulariaceae, Papilionaceae u. a., für den zweiten Typus Hyoscyamus und andere Solanaceen, Aesculus, Commelina, Echium, Monnieria, Malpighiaceae, Vochysia, Hirtella, für den dritten Typus: Corydalis, Fumaria.

Wenn die Symmetrale in der Diagonale verläuft, so kann sie allerdings ihre Richtung von der rechten Seite zur linken oder umgekehrt nehmen im Hinblicke auf die Mediane. Ihre Lage verändert sich auch durch Torsion des Blütenstiels.

Mit der zygomorphen Entwicklung hängen regelmässig bedeutende Veränderungen in der Zusammensetzung der Blüte zusammen; die einen Teile entwickeln sich kraftvoll, andere dagegen verfallen der Reduktion, ja selbst gänzlichem Aborte. Je mehr die Blütenzygomorphie ausgebildet ist, desto grösser sind die Extreme zwischen dem Wachstum der einen und der Reduktion der anderen Blütenteile. An dem beigefügten Diagramme

der Gattung *Orchis* (Fig. 541) entwickelt sich z. B. das in die Mediane gestellte Blättchen des inneren Perigonkreises kräftig als dreilappige, hinten in einen Sporn verlängerte Lippe. Von den Staubblättern entwickelt sich bloss eines von dem äusseren und zwei gezähnelte Rudimente von dem inneren Kreise (*n*). Die Blüte der Gattung *Hyoscyamus* ist nur schwach zygomorph und hat deshalb auch alle Bestandteile vollkommen entwickelt (Fig. E). Die Blüte der Gattung *Corydalis* (Fig. B) ist stark zygomorph; ein Blättchen des äusseren Corollenpaars entwickelt sich spornförmig in der Symmetrale und ein Paar der in die Mediane fallenden Staubblätter teilt sich in zwei gleiche, monothecische Hälften.

Auch der Fruchtknoten richtet sich nach der Lage der Symmetrale, indem er sich bestrebt, mit einem Karpell in dieselbe Lage zu gelangen, wie uns dies durch das Diagramm der Gattung *Hyoscyamus* veranschaulicht wird.

Die Entwicklung der Honigdrüsen und anderer Auswüchse in der Blüte richtet sich gleichfalls nach der Lage der Symmetrale. Schliesslich ist häufig auch die Färbung der Kronen nach der Symmetrale durchgeführt.

In stark zygomorphen Blüten ändert sich auch die Deckung der Blütenteile. Besonders anschauliche Beispiele dafür haben wir in der Familie der *Leguminosen*. Hieraus können wir auch die Lehre ableiten, dass die Deckung der Blütenteile starken Veränderungen unterliegen kann und deshalb nicht immer den Grundregeln der Phyllotaxis entsprechen muss. Die Abänderung in der Deckung der zygomorphen Blüte ist leicht erklärlich: die Blütenteile decken sich nach ihrer Grösse, Lage und Form, um sich gegenseitig in der Knospe am besten zu schützen. Warum aber z. B. *Vinca* und *Convolvulus* die Corollen spiralig gedreht haben, darauf wird die Biologie wohl schwerlich eine Antwort wissen.

a) Die Blütenreduktion.

Dieses hochinteressante Thema greift eigentlich in mehrere Kapitel hinüber, namentlich ist es unmöglich, es von dem, die Färbung der Blumenkrone, die Entomophilie und Anemophilie behandelnden Kapitel zu trennen. Wir verweisen deshalb den freundlichen Leser nach Durchlesung dieses Abschnitts auf das erwähnte, gleichsam die Fortsetzung bildende Kapitel (E).

Wir schalten die Blütenreduktion hier deshalb ein, weil wir in der vorangehenden Abhandlung schon auseinandergesetzt haben, wie häufig eine bedeutende Reduktion eintritt, wenn die Blüte sich zygomorph entwickelt. Die durch Zygomorphie reduzierten Blüten weisen zwar viele Bestandteile der Blüten in reduzierten Dimensionen oder ganz abortiert, dagegen aber gleichzeitig andere Bestandteile kräftiger entwickelt auf, so dass die Blüte durch eine solche Reduktion an ihrer Vollkommenheit keinen Abbruch leidet. Es ist das nur eine andere Variante der Evolution auf dem Wege zur Vollkommenheit.

Wir haben ebenfalls schon darauf hingewiesen, dass der ursprüngliche Typus der Angiospermen eine polymerische und polycyklische, oder auch acyklische Blüte war und dass im Verlaufe der Zeiten überall eine Umwandlung dieses Typus in eine oligomerische und oligocyklische Blüte eingetreten ist. Auf diese Weise wird die Blüte eigentlich ärmer und weniger zusammengesetzt, also eigentlich auch reduziert. Das ist aber wieder keine Reduktion im Sinne des Fortschritts, zu vollkommeneren Typen. Gerade im Gegenteil sind hier die vereinfachten Blüten eventuell vollkommener organisiert als z. B. die acyklische Blüte der Kiefer.

Die trimerische, pentacyklische Blüte der *Liliaceen* reduziert sich auf einfachere Formen auch in dem aktinomorphen Typus, also ohne Einwirkung der Zygomorphie. So ist in der Familie der *Iridaceen* regelmässig der epipetale Staminalkreis abortiert, bei *Iris setosa* Pall. reduziert sich auf 3 Borsten der innere Perigonkreis. In der Familie der *Haemodoraceen* pflegt der episepale Staminalkreis abortiert zu sein, bei der Gattung *Thysanotus* (Liliac.) abortieren die epipetalen Staubblätter. In allen diesen Fällen kann die Blüte nicht minder vollkommen genannt werden, obzwar sie tatsächlich reduziert ist.

In der Familie der *Primulaceen* reduziert sich der Kreis der episepalen Staubblätter. U. s. w. Ähnlicher Beispiele haben wir überall genug.

Bei dieser Art von Reduktion geht immer zuerst der Fruchtknoten dadurch zurück, dass sich die Anzahl der Karpelle verringert. Deshalb finden wir allgemein in den Familien der Sympetalen und Choripetalen Gattungen mit vollzähligen Blütenkreisen, aber mit reduzierten Fruchtknoten (Solanaceae, Labiatae, Boraginaceae, Prunus u. a.).

Eine solche Blütenreduktion, wo die Blüte nicht minder vollkommen wird, wo bloss einige Teile sich reduzieren, mag den Namen numerische Reduktion führen. Was die Ursache dieser Reduktion von biologischer Seite ist, lässt sich auch annähernd nicht andeuten. Es hat vielmehr den Anschein, dass eine biologische Ursache gar nicht vorhanden ist. Hier macht sich das Prinzip der Entwicklung zu vollkommeneren Formen nur infolge der langen Dauer günstiger Lebensbedingungen geltend.

Wenn wir aber die phyllogenetische Transformation der Inflorescenz der Gattungen *Anthurium* und *Acorus* in die Inflorescenz der Gattungen *Arum*, *Spathicarpa*, *Ambrosinia*, *Pistia* bis zum Blütenstande der Gattung *Lemna* verfolgen, so sehen wir, wie sich allmählich der trimerische und pentacyklische Blütentypus der Liliaceen auf blosse Staubblätter und Fruchtknoten reduziert. Zuerst verschwindet das Perigon, dann verringert sich die Anzahl der Staubblätter und Fruchtknoten. In der Familie der *Araceen* erfolgt dies infolge der analogen Ausgestaltung der ganzen Inflorescenz zu einer scheinbar einfachen Blüte. Aber in der Familie der *Lemnaceen* reduziert sich auch diese unbedeutende Blüte, so dass von allen Blüten in der Inflorescenz der Gattung *Acorus* schliesslich ein einziges Staubblatt und

ein einziges Karpell erübrigt. Von der Blüte bleiben bloss die allernotwendigsten Geschlechtsorgane übrig. Auch in dem, von den Inflorescenzen handelnden Kapitel zeigen die beschriebene Beispiele der *Myrtaceen* (Darwinia, Actinodium) eine beträchtliche Blütenreduktion infolge der Umwandlung der ganzen Inflorescenz in eine einzige Blüte. Ähnlich haben auch *Haastia* und *Xanthium* aus der Familie der *Compositen* die weiblichen Blüten auf einen blossen Fruchtknoten reduziert. Das Cyathium der Gattung *Euphorbia* stellt ebenfalls eine einfache Blüte vor, in welcher die eigentlichen männlichen Blüten auf ein einziges, den Blütenstiel abschliessendes Staubblatt reduziert sind (Fig. 542). Diese Erscheinung kann im allgemeinen nachstehenderweise erklärt werden: wo immer die Inflorescenz die Gestalt einer einfachen Blüte annimmt, machen die einzelnen, darin enthaltenen Blüten einen verschiedenen Grad der Reduktion durch. So hat man hier die erste Kategorie wahrhaft reduzierter Blüten.

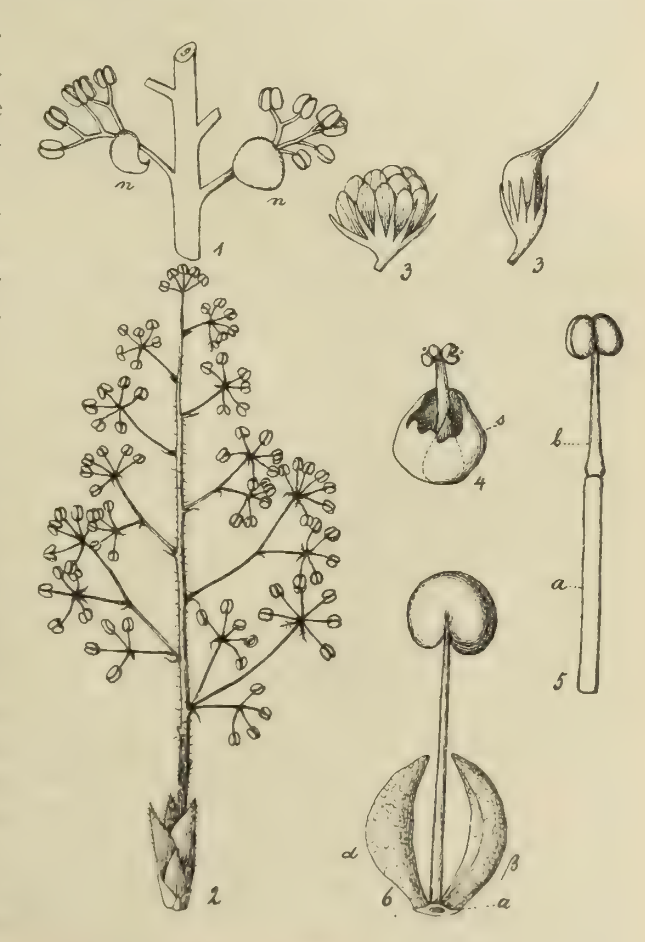


Fig. 542. Reduzierte Blüten. 1) **Sebastiania lucida**, n) Stützbraktee (als Nektarium) an den männlichen Blütenstiel verschoben, 2 **Pasania** sp. (Brasilia), männl. Blütenstand, 3) männl. und weibl. Blüte von **Ceratophyllum submersum**, 4) **Lemna trisulca**, s) Spatha, 5) **Euphorbia lucida**, a) Blütenstiel, b) Staubfaden, 6) **Callitriche vernalis**, männl. Blüte, a) Narbe nach dem Stützblatt. (Original.)

Aber auch anderwärts in anderen Gruppen von Familien und Gattungen können wir eine wahre Reduktion verfolgen. Beispiele haben wir an den Familien der *Cyperaceen* und *Gramineen*. Hier kann nicht in Abrede gestellt werden, dass in der Zusammensetzung der Blüte sich abermals der ursprüngliche Typus der Liliaceen, nämlich der trimerische und pentacyklische Typus verrät. *Scirpus silvaticus*, *Oryza sativa* und *Bambusa* beweisen dies am besten. In der Blüte der Gräser reduziert sich die Blüte sehr oft auf zwei unbe-

deutende Schüppchen (lodiculae), auf 3—2 Staubblätter und einen einfächerigen, einovularen Fruchtknoten. Hier ist also eine hochgradige Blütenreduktion vorhanden, deren biologische Ursache wir aber in der Anpassung der Inflorescenz an die Anemophilie suchen müssen. Es ist dies eine Reduktion infolge biologischer Adaptation.

Ein anderes Beispiel einer wahren Reduktion finden wir in der Familie der *Caryophyllaceen*. Hier ist allgemein das Blütendiagramm nach dem Schema: K_5, C_5, $A_{2\times5}$, G_5 verbreitet. Diese Blüte ist aber in verschiedenen Gruppen einer bedeutenden Reduktion unterworfen. Zuerst reduziert sich der Fruchtknoten auf eine geringere Anzahl von Karpellen und zwar auch in Gattungen, wo die übrigen Kreise vollzählig sind. Dann verschwindet hie und da der Staminalkreis, endlich auch der Perigonkreis. In der Gruppe der *Paronychieen* finden wir schon nur ein einfaches Perigon, 5 Staubblätter und einen monomerischen Fruchtknoten. *Scleranthus biflorus* besitzt endlich ein einfaches 5zähliges Perigon, 1 Staubblatt und 1 monomerischen Fruchtknoten. Hierüber siehe die interessante Arbeit von Lüders.

Ein ähnliches Beispiel bietet uns die Familie der *Rosaceen* (abermals im weiteren Sinne des Worts). Hier reduziert sich der ursprüngliche Blütentypus der Gattungen *Rosa* und *Fragaria* auf die pentamerische Blüte der Gattung *Stephanandra* (Fig. 525) und diese weiterhin auf die Blüte von *Alchemilla vulgaris* und *Sanguisorba officinalis* (K_4, A_4, G_1), dann diese bei *Aphanes arvensis* auf K_4, A_1, G_1.

In den beiden letzterwähnten Beispielen reduziert sich die tatsächlich vollkommen entwickelte Blüte auf eine minder vollkommene. Es reduziert sich nicht nur die Zahl der Blütenteile, sondern auch deren Grösse, Gestalt und Organisation. Dass hier eine wahre Reduktion vorhanden ist, welche im Verlaufe der Zeit aus dem zusammengesetzteren und vollkommeneren Typus entstanden ist, sehen wir aus der Vergleichung einer grossen Anzahl von Arten aus derselben Verwandtschaft.

Bei der Beurteilung reduzierter Blüten müssen wir aber vorsichtig sein, denn nicht jede unvollkommen entwickelte Blüte musste durch Reduktion aus zusammengesetzteren und vollkommeneren Blüten entstehen. Wenn wir verschiedene Familien der *Amentaceen* vergleichen, so sehen wir darunter viel Verwandtschaft, aber wir finden nirgends Momente, mittels welcher wir sie an Familien mit vollkommeneren und mehr zusammengesetzten Blüten anknüpfen könnten. Und ihre Blüten sind durchweg sehr unvollkommen.

Die Blüten der Familien der *Najadaceen* und *Potamogetonaceen* sind ähnlicherweise sehr unvollkommen. Der Fruchtknoten der Gattung *Najas* besteht aus einem einzigen Karpell mit 1 Ovulum. Das Perigon fehlt gänzlich oder ist sehr schwach entwickelt. Die männliche Blüte besteht aus einem einzigen, terminalen Staubblatt, welches von einer sackförmigen

Blütenhülle umgeben ist.*) Auch die Mehrzahl der Gattungen der zweiten, oberwähnten Familie ist, was die Blüten anbelangt, sehr primitiv veranlagt. So besteht die männliche Blüte der Gattung *Zannichellia* zumeist aus einem einzigen Staubblatt, die weibliche aus einer becherförmigen Hülle als Perigon und aus 4 Fruchtknoten. Mögen wir diese Blüten wie immer kombinieren, niemals werden wir zu dem bekannten Typus der Monokotylen (z. B. der Liliaceen) gelangen. Übrigens weichen auch die vegetativen Merkmale beider Familien (welche von vielen vereinigt werden) von allen anderen Familien der Monokotylen ab. Das alles spricht eher für die Ansicht, dass es sich da um Familien uralten Ursprungs handelt, welche von Urzeiten her in unveränderter Form verharren, während die übrigen monokotylen Familien von ganz verschiedenen Vorfahren abstammen und in vielfältige Verwandtschaftzweige sich zergliedert haben. Damit würde der Umstand übereinstimmen, dass die *Najadaceen* (incl. der Potamogetonaceen) Wasserpflanzen sind, welche als Wasserorganismen überhaupt sich durch archaistisches Beharrungsvermögen auszeichnen.

Ein anderes Beispiel: Die männliche Blüte der Gattung *Ceratophyllum* ist unbedeutend, aus einer unbestimmten Anzahl von Staubblättern bestehend, welche unregelmässig (keineswegs in Cyklen) auseinandergestellt und äusserlich von einem mehrlappigen, unbedeutenden Perigon umgeben sind. Die weibliche Blüte besteht aus einem einfachen, eineiigen Karpell. Über die verwandtschaftlichen Beziehungen lässt sich infolge dessen überhaupt nichts sicheres sagen. Alle in dieser Beziehung ausgesprochenen Vermutungen gehören in das Reich der Phantasie. Auch der vegetative Bau der Pflanze stimmt mit nichts im Systeme überein. Uns scheint bloss die Ansicht richtig zu sein, dass *Ceratophyllum* ein Pflanzentypus uralten Ursprungs ist, welcher keine verwandte Nachkommenschaft hervorgebracht und bis heute unverändert sich erhalten hat.

Eine ähnliche Historie hat die Gattung *Callitriche*, welche mit ihren paar Arten eine eigene Familie ohne alle Verwandtschaft repräsentiert. Die Blüte dieser Wasserpflanze ist überaus einfach. Die männliche Blüte wird von einem einzigen, terminalen Staubblatt gebildet, welches seitwärts zwei sichelförmige Schüppchen (Fig. 542) trägt, die man entweder als Vorblätter (α, β) oder als Perigon auffassen kann. Die weibliche Blüte hat dasselbe Perigon mit einem einfachen Fruchtknoten. *Callitriche* wurde bereits in die verschiedensten Verwandtschaften versetzt, aber uns will es wieder scheinen, dass es sich da um den Repräsentanten eines besonderen Pflanzentypus aus alten geologischen Zeiten handelt.

Interessant ist es, wie konstant die Gestalt und Zusammensetzung der beiden letzterwähnten Gattungen ist. Lange Jahre hindurch habe ich beide

---

*) *Magnus* (Engl. Fam.) sieht den Fruchtknoten unrichtigerweise als Perigon und die Staubbeutelwände ebenfalls als Perigon an. Eine einfache Vergleichung aller Arten bestätigt diese Unrichtigkeit.

Gattungen in den verschiedensten Gegenden und in unzähligen Exemplaren untersucht, aber nicht ein einzigesmal wollte es mir gelingen, eine Variation oder Abnormität zu finden, aus welcher auf verwandtschaftliche Beziehungen geschlossen werden könnte. Wenn eine Pflanze sich in ihrer ursprünglichen Form von altersher befindet, so kann sie, da sie selbst eine atavistische Erscheinung ist, zu atavistischen Formen nicht zurückkehren.

Wenn wir die Blüten, die Inflorescenz und vegetative Organisation der Familien der *Pandanaceen* und *Typhaceen* (incl. Sparganium) studieren, so sehen wir, dass ihre Blüte keine konstante Form und Zusammensetzung zeigt. Das Perigon, die Zahl der Staubblätter und Fruchtknoten ist veränderlich, der Bau der Stämme, des Stengels und der Blätter sehr einfach, ja selbst die Keimpflanze zeigt Primitivität (S. 311). *Sparganium* aber beginnt sich nach 3 zusammenzusetzen und erinnert so an den Typus der Liliaceen und der übrigen Monokotylen. Deshalb will es uns scheinen, dass aus diesem archaistischen Urtypus die Araceen- und Palmentypen und aus diesen abermals die übrigen oder wenigstens eine grosse Anzahl von anderen Monokotylen hervorgegangen sind. Dieser Ansicht pflichten auch Engler, Coulter und andere Botaniker bei. Auch die Familie der *Piperaceen* weist reduzierte Blüten auf und stellt mit ihrem ganzen Verwandtschaftskreise einen alten Pflanzentypus vor. Dasselbe Urteil können wir über die Familie der *Moraceen* fällen. Diese beiden alten Typen lebten tatsächlich schon zur Kreidezeit. Von der letztgenannten Familie haben sich die krautigen *Urticaceen* abgezweigt, auf dieselbe Weise, wie *Typha* und *Sparganium* von den Pandanaceen.

In der Familie der *Chenopodiaceen* und *Amarantaceen* und bei ihren Verwandten finden wir ebenfalls unbedeutend entwickelte Blüten, obgleich einige *Amarantaceen*, wie wir noch hören werden, ebenso wie die gleichfalls verwandten *Nyctagineen* sich schon zu Typen mit gefärbter Krone und einer, überhaupt schon vollkommeneren Blüte entwickeln. Wenn man hier die Gattung *Chenopodium, Atriplex*, *Polygonum amphibium, Gomphrena macrocephala*, *Dipterantherum Crosslandii*, *Mirabilis* vergleicht, so sieht man schön, wie aus einer ursprünglich einfachen, unbedeutenden Blüte sich eine solche von grosser Vollkommenheit mit prachtvollen Corollen entwickelt.

Dasselbe Verhältnis könnten wir an unzähligen Beispielen in der umfangreichen Familie der *Euphorbiaceen* hervorheben. Es gibt hier ebenfalls Typen mit unscheinbar entwickelten, neben anderen, mit sehr vollkommenen Blüten.

Aus den angeführten Beispielen ist ersichtlich, dass zwar in manchen Fällen die reduzierte Blüte durch Reduktion aus vollkommenern Typen entstehen konnte, dass aber in anderen Fällen die reduzierte Blüte als ein ursprünglicher Typus anzusehen ist. Aus den angeführten und noch anderen Beispielen lässt sich ferner nachstehendes Gesetz ableiten: Die ur-

sprünglichen, alten Typen der Phanerogamen haben unvollständig entwickelte Blüten, namentlich in den Perigonteilen.

Dieser Lehrsatz scheint auf den ersten Blick gewagt zu sein, aber wir werden ihn bestätigt finden, mögen wir unsere Forschung in welcher Richtung hin immer ausdehnen. Schon das Faktum, dass die Koniferen als alter Pflanzentypus keine vollkommene Blüte nach dem Typus der Angiospermen ausgebildet haben, bestätigt die Richtigkeit unserer Anschauung. Aber auch anderwärts finden wir bei den Angiospermen, denen wir auf Grund der Palaeontologie, Geographie und Morphologie ein hohes Alter beimessen müssen, kleine, unauffällige Blüten, farblose Kronen oder Perigone. Sehen wir eine Reihe von Beispielen: Platanaceae, Cupuliferae, Carpinaceae, Betulaceae, Salicaceae, Juglandaceae, Ulmaceae, Moraceae, Pandanaceae, Araliaceae, Piperaceae, Myricaceae, Lauraceae, Casuarinae, Julianaceae, Leitneriaceae, Malpighiaceae, Lacistemaceae, Flacourtiaceae. Oder auch in einer ganzen Familie einzelne Gattungen alten Ursprungs: Dracaena, Smilax, Cordyline, Rhipogonum, Xanthoxylum, Fagara, Dipterocarpus, Eucommia u. s. w. Wettstein und anderen Autoren hat dieser Umstand zu der Vermutung Anlass gegeben, dass die *Amentaceen* und *Moraceen* ein Übergangstypus zwischen den Koniferen und den übrigen Angiospermen seien. Dieser Auffassung können wir aber nicht beipflichten, denn zwischen den Amentaceen und Koniferen bestehen keine verwandtschaftlichen Beziehungen; dagegen mag wohl ihre Entstehung aus verschiedenen Ureltern in dieselbe Zeit fallen.

Es folgt hieraus, dass die schön gefärbten, grossen Blüten sich in verhältnismässig jüngerer Zeit, vielleicht am Anfange der Kreidezeit entwickelt haben und dass sich diese Entwicklung in der Jetztzeit im Fortschritt befindet. Es hängt dies offenbar mit der Zunahme des terrestrischen Klimas, mit der allgemeinen Abnahme der Feuchtigkeit und Wärme und mit der Abwechslung der Jahresperioden zusammen. In dieser Beziehung wäre es interessant, die Entwicklung der Blüten in den Riesenfamilien der Orchidaceen und Compositen, welche unter den verschiedenartigsten biologischen Bedingungen über den ganzen Erdball verbreitet sind und neben ganz kleinen auch grosse und prachtvoll gefärbte Blüten aufweisen, zu verfolgen.

Nun müssten wir aber hier Betrachtungen über die biologischen Ursachen der Entstehung der farbigen Krone überhaupt und über die dekorative Ausgestaltung der Blüte anknüpfen, was aber in dem Kapitel *E* enthalten ist.

C. Die Plastik der Blüte.

In dem vorigen Kapitel haben wir uns mit der Anordnung der Blütenbestandteile beschäftigt, nun wollen wir die Gestaltung dieser Bestandteile und die Art und Weise, wie sie ein einheitliches, Blüte genanntes

Ganzes bilden, verfolgen. Alle Bestandteile der Blüte können die verschiedenartigste Gestalt annehmen und dadurch den Habitus, oder, wie dies von A. Braun bezeichnet worden ist, die Plastik der Blüte bedingen. Hier gelangen wir allerdings auf ein so weites Feld, dass es keine leichte Aufgabe ist, in beschränkten Umrissen den ganzen Stoff zu erschöpfen. Wir werden davon absehen, die Reihen der verschiedenen Blütenformen hier aufzuzählen, wohl aber die am häufigsten vorkommenden und zusammengesetzten und auf den ersten Blick unverständlichen Fälle auslegen. In weit höherem Masse als bei den Vegetativorganen sind die Bestandteile der Blüte infolge von Zusammenwachsung, Verschiebung, Auswachsung von verschiedenen Emergenzen, Abortus und Teilung so bedeutenden Veränderungen unterworfen, dass es besonderer Umsicht bedarf, um die wahre Natur der betreffenden Organe richtig abzuschätzen. Hier kann uns einzig und allein wieder nur die vergleichende Methode auf den rechten Weg führen und leisten da nicht selten abnorme Blüten ausgezeichnete Dienste.

Die Blüte ist eine verkürzte Achse, welche zu Kopulationszwecken verschiedenartig umgewandelte Phyllome trägt. Die wesentlichen Bestandteile der Blüte sind also umgewandelte Blätter. Demzufolge ist es notwendig, alle Bestandteile der Blüte auf die ursprünglichen Blattwerte zurückzuführen. Wir beweisen dies theoretisch, allein die vergrünten Blüten zeigen uns diese Blätter in Wirklichkeit. In den vergrünten Blüten nehmen nicht nur die Kelche, sondern auch die Kronblätter, Staubgefässe und Karpelle mehr oder weniger die Gestalt grüner Blätter an. Eine solche Vergrünung äussert sich in verschiedenem Grade; manchmal ist nur der Kelch und die Krone in Blätter umgewandelt, in anderen Fällen zerlegen sich auch die Staubblätter und Karpelle in so viele Blätter, als deren Anzahl dem Plane entspricht. Ja es kommt vor, dass auch die Eichen sich in grüne, flache Fiederblättchen verwandeln. Die vergrünten Blüten bieten manchmal sehr wertvolle Andeutungen zum Verständnis jener Organe, welche auf den ersten Blick nicht klar erscheinen. Nicht selten sehen wir schön, wie ein rätselhaftes Organ sich allmählich aus einem grünen, einfachen Blatte entwickelt. Bei der Untersuchung vergrünter Blüten ist es deshalb ratsam, viele Blüten, welche sich in verschiedenen Stadien der Vergrünung befinden (was gewöhnlich an einer und derselben Pflanze vorzukommen pflegt) der Untersuchung zu unterziehen.

Die Formen der Blütenbestandteile können wir auch teleologisch beurteilen, d. h. in Betracht ziehen, welchem Zwecke dieselben in der Blüte dienlich sind. Die Mehrzahl der neuzeitigen Botaniker hat sich gewöhnt, die Bedeutung der Blütenorgane nur von diesem Standpunkte aus zu lösen und dabei von ihrer morphologischen Bedeutung ganz abzusehen. Es ist aber gar keine leichte Sache, Organe teleologisch zu lösen. Diese oder jene Theorie über den Zweck eines Organs lässt sich leicht aussprechen;

wenn wir dieselbe aber näher und allseitig prüfen, so stossen wir bald auf Bedenken. Es werden hier oft die allerschwierigsten Probleme mit grosser Oberflächlichkeit behandelt.

Die Bestandteile der Angiospermenblüte kann man der Funktion nach in zwei Kategorien teilen: 1. In mechanische, welche dem Schutze der Sexualorgane dienlich sind. Hieher gehören: die Blütenhülle (das Perigon), eventuell der Kelch (calyx) und die Krone (corolla). 2. In eigentlich sexuelle, welche den Kopulationsakt ausüben. Diesen gehören an: die Staubblätter und der Fruchtknoten. Hiezu gesellen sich noch verschiedene Auswüchse und Emergenzen (Nektarien) aus dem Blütenboden oder aus anderen Blütenbestandteilen.

Bevor wir die eben erwähnten Bestandteile eingehend behandeln werden, wollen wir die Blüte als ein, einen bestimmten Bau oder Stil (der ihr eben den hauptsächlichsten Habitus aufdrückt) sich äusserndes Ganzes in Betracht ziehen. Dies ist das Thema des nächstfolgenden Kapitels.

1. Zygomorphie, Pelorie und Geomorphie.

Die Bestandteile der Blüte sind an der Blütenachse entweder radiär d. h. derart angeordnet und entwickelt, dass sich die Blüte durch jede beliebige senkrechte Ebene in zwei gleiche Hälften teilen lässt, oder in der Weise, dass diese Teilung in zwei gleiche Hälften nur durch eine einzige senkrechte Ebene erfolgen kann, wo dann diese Hälften sich zu einander wie ein Gegenstand und dessen Ebenbild im Spiegel verhalten.

Blüten der ersten Art heissen regelmässige (aktinomorphe) und jene der letzteren Art symmetrische (zygomorphe) Blüten.

Zu den regelmässigen Blüten zählt man gewöhnlich auch die acyklischen und hemicyklischen, wenn deren Bestandteile an allen Radien gleich entwickelt sind.

Blüten, welche sich überhaupt durch keine senkrechte Ebene in zwei gleiche Hälften teilen lassen, heissen unregelmässige. Derartige Blüten sind aber eine grosse Seltenheit.

Der Typus der regelmässigen Blüten ist in der Pflanzenwelt beiläufig in gleichem Masse verbreitet, wie der Typus der symmetrischen. Häufig pflegt einer von beiden Typen für die einzelnen Familien charakteristisch zu sein. So haben die Rosaceen, Primulaceen, Rubiaceen, Alsinaceen, Liliaceen, Juncaceen, Crassulaceen, Cruciferen und Malvaceen entweder durchweg oder zum grossen Teile regelmässige Blüten, während die Labiaten, Verbenaceen, Acanthaceen, Scrophulariaceen, Orchidaceen fast ausnahmslos zygomorphe Blüten aufweisen. In den Familien der Solanaceen, Boraginaceen, Amaryllidaceen finden wir bald regelmässige, bald symmetrische Blüten.

Es ist zweifellos, dass der ursprüngliche Blütentypus der regelmässige ist, aus welchem sich im Verlaufe der Zeiten durch den Einfluss verschiedener Faktoren der symmetrische gebildet hat. Dies geht schon aus dem Begriffe der Entstehung der Blüte hervor, denn die Blütenbestandteile entwickeln sich geradeso wie die Blätter an der Achse in bestimmter, phyllotaktischer Anordnung, welche nur durch einseitige und gewaltige Einflüsse gestört wird. Dies ist auch der Grund, warum symmetrische Blüten in vergrüntem Zustande (wenn deren Bestandteile mehr oder weniger zur Gestalt des grünen Blatts an den Zweigen zurückkehren) regelmässig werden. Ein schönes Beispiel bietet uns in dieser Beziehung *Linaria Elatine* nach Marchand (Fig. 543), welche, wie bekannt, stark zygomorphe, gespornte Blüten besitzt, während dieselben in vergrüntem Zustande, wo die Blüten sogar durchwachsen und an der verlängerten Achse wiederum grüne Blätter tragen, vollkommen regelmässig werden. Der Kelch ist bereits in grüne Blätter umgewandelt, die Krone aber hat noch die Gestalt einer fünfzipfligen Glocke.



Fig. 543. Linaria Elatine Dsf. Durchwachsene, regelmässige Blüten. (Nach Marchand.)

Aber auch noch andere Umstände bestätigen, dass der regelmässige Typus der ursprüngliche ist. So geht dies aus der Vergleichung verschiedener Blüten in den Köpfchen der Compositen hervor. Hier ist der ursprüngliche Typus die regelmässige Röhrenform mit fünf gleichen Zipfeln am Ende des Röhrchens. Diese Form aber unterliegt in den Köpfchen häufig allmählichen Umwandlungen und Übergängen in die zygomorphe Gestaltung (Centaurea, Gazania) bis sie schliesslich ganz die Zungenform annimmt (Cichoriaceen). Ja, es kommt vor, dass die Zungenform, auch dort, wo sie konstant und erblich geworden ist, in abnormen Fällen neuerdings wieder zur regelmässigen Röhrenform wiederkehrt. Ich habe diese Beobachtung wiederholt an Blüten der Gattung Hieracium gemacht. Wir sehen ferner an den Randblüten mancher Umbelliferen (Orlaya u. a.) ganz deutlich, wie nur durch den Einfluss der Stellung die normalen regelmässigen Blüten sich in symmetrische umwandeln. Das gleiche ist bei einigen Cruciferen (Iberis) der Fall.

Die Symmetrie oder Zygomorphie weist eine ganze Stufenleiter auf, in welcher man im ganzen drei Phasen zu unterscheiden vermag: 1. die Phase, wo die Blütenbestandteile im Diagramme in derselben Lage bleiben wie in der regelmässigen Blüte und bloss einige dieser Bestandteile mit

ihrem Ende eine zygomorphe Lage einnehmen oder nur mit diesem Ende anders entwickelt sind als die übrigen; 2. die Phase, wo die einzelnen Bestandteile nicht nur, was ihre Gestalt anbelangt, sehr differenziert sind, sondern auch im Diagramme ihren ursprünglichen Platz verlassen; 3. jene, wo einige Bestandteile verkümmern oder gänzlich verschwinden.

An schwach zygomorphen Blüten können wir schön sehen, wie die Zygomorphie sich aus der Aktinomorphie allmählich entwickelt. Häufig deutet nur das Auseinandertreten oder Zusammenneigen der Kronzipfelenden oder die Einbiegung der Staubblätter die Zygomorphie an. Beispiele haben wir an *Anthericum Liliago*, *Clivia miniata*, *Geranium phaeum*, *Primula obconica*, *Nicotiana affinis*, *Silene*-Arten. Ein belehrendes Beispiel führt Vöchting an *Clarkia pulchella* an (Fig. 544), wo vier Petalen zwar gleichmässig entwickelt sind, so wie bei den übrigen Oenotheraceen, aber eine zygomorphe Stellung einnehmen. Manchmal ist die ganze Blüte in jeder Beziehung regelmässig entwickelt, es neigt sich aber bloss der Griffel mit der Narbe zur unteren Seite der Krone (Erythraea Centaurium). Die meisten Veränderungen weisen in der zygomorphen Blüte gewöhnlich die Krone und die Staubgefässe auf. Der Kelch ist schon weniger und am wenigsten der Fruchtknoten derlei Veränderungen unterworfen.



Fig. 544. **Clarkia pulchella**, als Beispiel von schwacher Zygomorphie. (Nach Vöchting.)

Die Ebene, welche die zygomorphe Blüte in zwei gleiche Hälften teilt, heisst Symmetrale. Zu ihr sind die veränderten Blütenteile als zu ihrer Achse orientiert. Hier konzentriert sich die Entwicklung der Blüte zu den beiden gegenüberliegenden Polen der Symmetrale. Einmal ist die Entwicklung an einem Pole stark und am anderen schwach oder umgekehrt, manchmal wieder geschieht es, dass sich die Kronen- und Staubblätter gegen beide Pole hin mehr oder weniger entwickeln. So schreitet bei der Gattung *Swartzia* die Entwicklung der Staubblätter von einem Pole zum anderen vor. Es gibt da zahlreiche, vermehrte Staubgefässe, aber 2—4, welche neben dem Fruchtknoten stehen, sind gross, von denen die übrigen dann in der Richtung zu dem einzigen entwickelten Petalum an Grösse abnehmen. Das Wachstum an den Polen richtet sich nicht nach der Zahl oder Zusammensetzung des betreffenden Organs. So habe ich an einer abnorm entwickelten Blüte von *Thymus ovatus* Mill., in welcher sich die Krone wie ein zweiter Kelch ausgebildet hatte, beobachtet, dass die (zweizipflige) Oberlippe dieses Kelchs dieselbe Entwicklung aufwies, wie die auf demselben Pole stehende, dreizipflige Lippe des ersten Kelchs. Dasselbe war der Fall bei den unteren Lippen. Dieselbe Erscheinung kann

man an der Labiate *Goniosporum strobiliferum* Wall. (Himalaya) beobachten. Hier nimmt die obere Kelchlippe, obgleich sie dreizipflig ist, die Form der oberen (zweizipfligen) Kronlippe an.

Manchmal fällt der in der Mediane stehende Kelch von *Tropaeolum majus* (Fig. 20, Taf. VII) nicht zu der Achse, sondern zu dem Stützblatt, wodurch sich die Zygomorphie sofort in der Weise akkomodiert, dass zwei zur Achse gewendete Kelchblättchen Sporne und zwei der Achse zugewendete Petala Cilien tragen. Freyhold hat diese Anpassung Heterotaxie benannt.

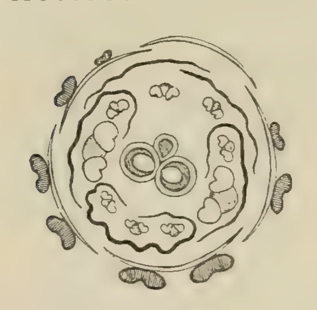


Fig. 545. **Malpighia coccigera L.** Polare Zygomorphie. (Original.)

Selten sind Blüten, wo sich die Petala, Staubblätter und der Fruchtknoten in der Richtung zu den Polen einer, durch die Blütenachse zur Symmetrale geführten Vertikale entwickeln. Wir führen in dieser Beziehung ein Beispiel an *Malpighia coccigera* L. (Fig. 545) an, wo namentlich die Staubblätter und der Fruchtknoten so eingerichtet sind.

Die gewöhnlichste Erscheinung ist die Entwicklung der Blütenteile in den Polen der Symmetrale. Das hat dann die Teilung des Kelchs und der Krone in zwei Lippen zur Folge (zweilippige Kronen). Die Ausgestaltung beider Lippen ist sehr mannigfaltigen Variationen und Kombinationen unterworfen. Eine wichtige Rolle spielt dabei die Zahl des Blütenplans. Wenn diese Zahl gerade ist, so teilen sich die Blütenbestandteile fast ausnahmslos gleichzählig in eine Ober- und Unterlippe; ist aber die Zahl des Blütenplans ungerade, so treten dann sehr mannigfaltige Kombinationen auf. Die gewöhnlichsten Fälle bei einer fünfzähligen Blüte sind solche, wo sich Kelch und Krone im Verhältnisse von 2 + 3 teilen. Seltener kommt es vor, dass die Oberlippe vier- und die Unterlippe einzählig (also 4 + 1) ist, wie wir es bei *Lonicera Caprifolium* (Taf. IX, Fig. 24) oder bei der Gattung *Selago* oder endlich bei *Nanothamnus sericeus* Thoms. (Compositae!) sehen. *Viola* hat die Blumenblätter gewöhnlich im Verhältnisse von 2 + 3 geteilt, aber bei *Viola Riviniana* geschieht es hie und da, dass sich vier Kronblättchen nach aufwärts und eines nach abwärts stellen (Fig. 546). Seltsam ist es, dass diese Kombination bei *Viola biflora* zur Regel geworden ist. Auch bei einigen Labiaten ist die Oberlippe vier- und die Unterlippe einzählig (Plectranthus, Coleus, Hyptis, Ocymum (Fig. 13, Taf. VIII). In der Gattung *Ocymum* übergeht die zahlenmässige Teilung der Krone auch auf den Kelch, denn hier bildet der obere, schildförmige Zipfel eine Lippe, während 4 Zipfel die Unterlippe formen. Ein weiteres Extrem stellen uns schliesslich Blüten vor, deren Krone bloss eine, fünfzählige Lippe bilden. Ein Beispiel haben wir an der Gattung *Teucrium* (Tafel IX, Fig. 3), wo durch eine

grosse Teilung der Oberlippe die beiden Zipfel derselben in die Nähe der beiden Seitenzipfel der Unterlippe geraten und aus dem Ausschnitte 4 Staubblätter herausragen. Einige Gattungen der *Goodeniaceen* (Selliera, Goodenia) haben die Krone oben zerschlitzt, so dass dann eine 5zipflige Unterlippe entsteht (Fig. 546). In der Gattung *Musa* ist das zweilippige Perigon in dem Verhältnisse von 5 + 1 zusammengesetzt.

Es geschieht häufig, dass das in der Symmetrale stehende Petalum nicht nur eine andere Gestalt als die anderen Petala annimmt, sondern an der Unterseite einen verschieden langen Sporn ausbildet. Als Beispiel einer derartigen, gespornten Blüte möge die abgebildete Linaria vulgaris (Taf. VI, Fig. 18) dienen. Sehr lange Sporne trägt die Lippe verschiedener Orchideen (Platanthera, Angraecum u. a.). In der Gattung *Viola* wachsen aus dem Connectiv zweier, zunächst stehender Staubblätter Sporne in den Lippensporn. Die Sporne können sich aber auch an zwei Petalen entwickeln, so bei der Gattung *Diascia* (Scrophular.). Ja, in der Gattung *Halenia* (Gentian. Fig. 547) tragen alle fünf Petala Sporne und ist die Blüte regelmässig mit einer sympetalen Krone. Auch die regelmässige Blüte der Gattung *Aquilegia* zeigt an allen Petalen lange Sporne. Die Sporne dienen in der Blüte durchweg als Nektarien. Ebenso wie das in der Symmetrale stehende Petalum kann sich an dem anderen Pole der Symmetrale befindliche Sepalum besonders gestalten. Ein schönes Beispiel bietet uns in dieser Beziehung die Gattung *Aconitum*, wo dieses Sepalum die Gestalt eines wie ein Kronblatt gefärbten Helms annimmt.



Fig. 546. **Viola Riviniana**, seltene Ausbildung der Zygomorphie.
Goodenia pinifolia (rechts) mit vergr. Narbe im Längsschnitt. (Original.)



Fig. 547. **Halenia elliptica** Don. Schwach vergr. Blüte. (Original.)

Wenn die Blüte stark zygomorph entwickelt ist, so abortieren einzelne Teile derselben. So ist in der Blüte der Labiaten ein Staubblatt abortiert, bei der Gattung *Salvia* verfallen gar drei dem Abortus. In der Familie der Leguminosen abortieren häufig vier Petala. In der Gattung *Centranthus* (Taf. IX, Fig. 28) bleibt von fünf Staubblättern bloss ein einziges übrig. Die Zahl dieser Beispiele wird sich der Leser leicht ergänzen können.

Sehr interessant ist die Reduktion der Blüten infolge der Zygomorphie bei den Monokotylen, wo bekanntlich der Blütenplan nach dem Verhältnisse *p* (3 + 3), *s* (3 + 3), *o* (3) verbreitet ist. In der Familie der *Liliaceen* ist dieser Plan durchweg vollzählig eingehalten, in der Familie der Commelinaceen pflegen drei Staubblätter verkümmert zu sein, in der Familie der Orchidaceen erübrigt von sechs Staubblättern meistenteils nur ein einziges (bei Cypripedium zwei), in der Familie der Zingiberaceen ebenfalls nur eines. Bei der Gattung *Philydrum* (Tafel IX, Fig. 11) beträgt die Reduktion ein Staubblatt und vier Perigone, die Familie der Marantaceen hat endlich bloss ein halbes fertiles Staubblatt.

Die Symmetrale fällt häufig in die Mediane, aber nicht selten weicht sie von derselben auch um einen Winkel ab, bis sie sich schliesslich zu ihr in die Transversale stellt. Das Nähere hierüber siehe im vorangehenden, von dem Blütendiagramm handelnden Kapitel. Wenn die Blüten terminal sind, aber cymöse Sympodien darstellen, so verhält sich die Symmetrale zum ganzen Sympodium so, wie zu der einfachen Blütenstandsachse.

D i e u n r e g e l m ä s s i g e n B l ü t e n sind eigentlich ziemlich häufig, da jedoch die äussere Plastik derselben den zygomorphen Bau festhält, so fallen sie auf den ersten Blick nicht ins Auge. Der schon oben erwähnte *Centranthus* ist eigentlich unregelmässig, denn das übriggebliebene Staubblatt steht nicht in der Symmetrale der Krone und auch der dreifächerige und in den Fächern ungleichmässig entwickelte Fruchtknoten fällt nicht in die erwähnte Symmetrale. Weil aber die Krone symmetrisch zweilippig ist, so hat die Blüte von Centranthus einen zygomorphen Charakter. Nicht nur durch die Disposition der Blütenteile, sondern auch durch die äussere Plastik unregelmässige Blüten finden wir in der Familie der *Marantaceen*. Diese Unregelmässigkeit betrifft die Staubblätter, deren dem Blütenplane gemäss sechs sein sollten (zwei dreizählige Kreise), aber 1—2 im äusseren Kreise abortieren vollständig und die übrigen entwickeln sich als kronenartige Blättchen (siehe Fig. 13, Taf. VI), also als kronenartige Staminodien. Weil nun auch das einzige fertile Staubblatt nur in einer seiner Hälfte einen Staubbeutel entwickelt und in seiner zweiten Hälfte sich in ein petaloides Staminodium umwandelt, so korrumpiert sich dadurch die regelmässige und gleichmässige Entwicklung aller Staminodien, was zur Folge hat, dass wir eine eigentümlich gestaltete Blüte erhalten, wie dieselbe in der Fig. 13 dargestellt erscheint. Hiebei sind die Petala und Sepala regelmässig entwickelt, aber die Staminodien bilden keine zwei symmetrischen Lippen.

Der Unterschied zwischen zygomorphen und regelmässigen Blüten hat schon bei den älteren Botanikern Beachtung gefunden und viele von ihnen bemühten sich, den Grund der symmetrischen Entwicklung in der Blüte zu finden. A. P. de C a n d o l l e zog den richtigen Schluss, dass der regelmässige Typus die Urform der Blüte sei und dass

sich aus diesem Typus der zygomorphe erst später entwickelt habe. Die Ursache dieser Entwicklung suchte er in verschiedenen Faktoren. Die Pelorien bedeuteten bei ihm die Rückkehr zu dem ursprünglichen regelmässigen Typus. Cassini ist der Ansicht, dass die zygomorphe Entwicklung lediglich auf dem einseitigen Drucke, welcher in der Jugend auf die Seitenblüten ausgeübt wird, beruhe. Weil die Terminalblüte in der Inflorescenz oder auf dem Stengel diesem Drucke nicht unterliegt, so entwickle sich die Terminalblüte regelmässig (Pelorie). Moquin-Tandon schliesst sich den Ansichten de Candolles an. Röper und Treviranus vermuten dagegen, dass blosse mechanische Einflüsse nicht imstande seien, die Zygomorphie zu erklären. Ihrer Ansicht nach ist hier das der Pflanze angeborene, schöpferische Prinzip, nach welchem die Pflanze überhaupt ihre Organe baut und nach welchem die Arten entstehen, im Spiele. Hofmeister erklärt die Zygomorphie der Blüten ebenso wie alle dorsiventralen Vegetativorgane der Pflanze lediglich durch den Einfluss des Geotropismus. Schwendener endlich bemüht sich seine mechanische Theorie (siehe S. 574) auch in der Anordnung der Blütenbestandteile zur Geltung zu bringen.

In der letzten Zeit hat sich mit diesem Thema Vöchting befasst und die von ihm ausgesprochenen Ansichten, welche auf eine Reihe von ihm angeführter Belege gestützt sind, können im ganzen als richtig anerkannt werden. Diesem Autor zufolge entsteht die Blütenzygomorphie in der Mehrzahl der Fälle durch den Einfluss des Geotropismus (»Zygomorphie der Lage«). Es gibt aber auch zahlreiche Fälle, wo die Pflanze aus innerlichem Impulse die Zygomorphie hervorruft (»Zygomorphie der Konstitution«).

Wenn wir alle diese Ansichten in Betracht ziehen und die verschiedenen Fälle der Blütenzygomorphie vergleichen, so gelangen wir zu der Erkenntnis, dass es notwendig ist, jeden einzelnen Fall besonders zu untersuchen, um uns von der Ursache der Zygomorphie zu überzeugen. Wir werden aber auch dahin gelangen, dass in mancherlei Fällen die Ergründung dieser Ursachen unmöglich ist. Es ist zweifellos, dass es auch solche Fälle gibt, wo die Zygomorphie sich in Urzeiten bei den Vorfahren unter dem Einflusse des Geotropismus entwickelt hat, dann auf die Nachkommenschaft als erbliche Eigenschaft überging und dass die früheren Verhältnisse sich durch Adaptation in der neueren Zeit verschleiert haben.

Im allgemeinen kann man sagen, dass lediglich die Seitenblüten sich zygomorph entwickeln und dass kein Fall bekannt ist, wo die Terminalblüte an dem senkrechten Hauptstengel oder die Terminalblüte in der Inflorescenz zygomorph wäre. Umgekehrt gilt aber dieser Satz nicht, denn wir kennen viele Seitenblüten (sogar in der Blütentraube), welche ganz regelmässig gestaltet sind (Cruciferae, Primulaceae, Ericaceae u. a.). Manchmal ist die

zygomorphe Blüte nur scheinbar terminal (Viola, Pinguicula), weil dieselbe den Abschluss eines langen, aufrechten Stiels bildet, dabei aber dennoch nur aus der Blattachsel entspringt. In anderen Fällen sind die Blüten wirklich Seitenblüten (Schizanthus u. a.), setzen aber dieselben ein traubenartiges Sympodium zusammen, infolgedessen sie wiederum seitliche Lage einnehmen. Noch anderwärts sind zwar die Blüten an den Zweigen terminal (Epiphyllum), aber die Zweige breiten sich wagrecht aus, wodurch auch die Blüten wieder in die seitliche oder horizontale Lage geraten. Auch *Corydalis glauca* wird als Beleg für zygomorphe Terminalblüten angeführt, allein hier ist die Sache wieder nicht überzeugend, weil hier die zygomorphe Blüte den Seitenzweig abschliesst und unterhalb desselben 2—3 Seitenblüten stehen. In diesem Falle gibt es also keine besonders entwickelte Blütentraube auf die Art wie bei *Corydalis cava*. Die Terminalblüte der ganzen Inflorescenz ist hier jedoch entwickelt und auch zygomorph. In derselben Weise sind die Terminalblüten von *Centranthus* und *Valerianella* zygomorph.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass in der Mehrzahl der Fälle die Seitenlage und demnach teilweise der Geotropismus, teilweise der Druck (Schwendener) auf die Blütenzygomorphie einen Einfluss ausübt. Hiefür spricht die Entwicklung der Terminalblüten an den Stengeln oder in den Inflorescenzen. Diese Terminalblüten zeigen am häufigsten (im normalen Zustande) gewisse Abweichungen von den Seitenblüten, sehr oft sind sie nach einer höheren Zahl als die Seitenblüten angelegt. In anderen Fällen sind sie absolut regelmässig, während die seitlichen eine schwache Zygomorphie aufweisen. Ein hübsches Beispiel haben wir an der Gattung *Euphorbia*, wo die Cyathien als Blüten nicht nur den Hauptstengel, sondern auch die Seitenzweige und -zweiglein der weiteren Grade abschliessen. Es sind dann in der Regel die ersten Cyathien durchweg regelmässig und häufig nach einer höheren Zahl als 5 angelegt. Keine Drüse fehlt an ihnen. An den seitlichen Cyathien aber ist überall die Zahl 5 vorhanden und fehlt infolge der schwachen Zygomorphie (der Fruchtknotenlage) die fünfte Drüse.

Einen schönen Beleg für die Zygomorphie der Lage haben wir an der Frühjahrspflanze *Anemone ranunculoides* (Taf. VII, Fig. 18). Hier endigt der dreiblättrige Stengel mit einer Blüte (ausnahmsweise auch mit 2—3), aber häufig geschieht es, dass der Blütenstiel (das Ende des Stengels) auf eine Seite hin geneigt ist, so dass die Blüte in eine horizontale Lage gerät. In einem solchen Falle sehen wir sofort, wie 5 Perigone eine Zygomorphie in der Weise bilden, dass ein grösseres Perigonblatt sich herunterstellt, während 4 kleinere aufwärts abstehen. Die verwandte und ähnliche *Anemone nemorosa* trägt die Blüte stets aufrecht und zeigt daher keine Zygomorphie.

Der Geotropismus wirkt auf die einzelnen Bestandteile oft in gegenseitiger Richtung; es sind nämlich manche Bestandteile positiv, andere

negativ geotropisch oder mit anderen Worten gesagt: die einen wachsen hinauf und die anderen herunter. Hiedurch entsteht eben die bipolare Konstellation, von der wir bereits gehandelt haben. Am häufigsten pflegen die abwärts wachsenden Bestandteile am mächtigsten entwickelt zu sein so z. B. die untere Kronblattlippe. Wenn die Symmetrale schief oder senkrecht zur Mediane geht, so entsteht in der Regel im Stiel (oder auch im Fruchtknoten) eine Torsion, infolge welcher die grosse Lippe wieder in die untere Lage gerät. Bei den Orchideen ist die grosse, gespornte Lippe ursprünglich zur Traubenachse gestellt — also hinauf, aber durch die Verdrehung des Fruchtknotens gelangt sie nach unten, somit in die entgegengesetzte Lage. Bei den epiphytischen Orchideen hängen die Blütentrauben von den Zweigen der Bäume herab; natürlicherweise kommt dann die gespornte Lippe in eine untere Lage und deshalb verdreht sich in einem solchen Falle der Fruchtknoten nicht. Umgekehrt ist der Vorgang bei den hängenden Trauben der Papilionaceen (Cytisus Laburnum), bei denen die Fahne negativ geotrop ist und deshalb immer eine obere Stellung einnehmen muss.

Den bisher angeführten Beispielen ganz entgegengesetzt verhält sich die grosse Lippe in der Krone der Gattung *Alonsoa* (Scrophul. Taf. IX, Fig. 14). Hier entwickelt sich ursprünglich die Unterlippe sehr bedeutend, indem sie eine dreilappige Gestalt annimmt und dadurch, dass die Oberlippe in zwei Zipfel tief ausgeschnitten ist, wird sie scheinbar fünfzipflig — ähnlich wie bei Teucrium. Zur Zeit des Aufblühens dreht sich aber der Stiel derart, dass die ganze Lippe eine obere Stellung einnimmt, wie es auf der Abbildung dargestellt ist. Ich vermute, dass diese Einrichtung den Zweck hat, dass die Kronlippe auf die Art eines herabgebogenen Daches den Staubblättern vor dem Regen Schutz gewähre.

Die randständigen Blüten in den Köpfchen der Compositen entwickeln eine Zungen-, also ebenfalls zygomorphe Krone, während die inneren Blüten regelmässig röhrenförmig bleiben (Bellis). Auch die Randblüten in der Doldentraube von *Iberis* und in der Dolde vieler Umbelliferen, ebenso anderwärts in anderen Familien sind zygomorph ausgebildet. Hier können wir sicherlich die Ursache der Zygomorphie nicht im Geotropismus suchen, denn die übrigen Blüten nehmen dieselbe Stellung ein und bleiben dennoch regelmässig. Eher könnten wir sagen, dass dies deshalb geschah, weil die Randblüten an der Aussenseite der Infloreseenz mehr Entwicklungsfreiheit haben als an der Innenseite. Aber dementgegen lassen sich wieder Beispiele von Köpfchen anführen, wo die äussere Hülle auch die Randblüten so fest umschliesst, dass von einer vorteilhafteren Freiheit keine Rede sein kann. Ausserdem entwickelt sich in vielen Köpfchen statt der strahlenden randständigen Blüten ein Kranz von kronblattartig gefärbten, strahlenförmigen Hüllbrakteen (Carlina, Xeranthemum). Es geht daraus hervor, dass das Motiv, welches die Strahlenbrakteen bei

Carlina hervorgebracht hat, wohl dasselbe sein dürfte, wie bei der Gattung Bellis. Wir haben hier also eine der Pflanze selbst innewohnende Energie vor uns, welche sich bemüht, aus der ganzen Inflorescenz ein Ganzes auf die Art der einfachen, mit einer Krone versehenen Blüte zu bilden. Dasselbe innere Agens, welches in der einfachen Blüte eine farbige Krone hervorbrachte, erzeugte auch den kronblattartigen Strahl der Carlina und die strahlenförmigen, zygomorphen Blüten der Gattung Iberis.

Eine hochinteressante Erscheinung bei den, durchwegs zygomorphe Blüten tragenden Pflanzen ist die Entwicklung von regelmässigen, den normalen zygomorphen Blüten ganz unähnlichen Blüten am Ende des Stengels. Diese Erscheinung wurde im Jahre 1744 an Linaria vulgaris zuerst von Linné beobachtet, welcher dieselbe in einem besonderen Traktate eingehend beschrieb. In dieser Abhandlung wurde für ähnliche Blüten auch zuerst die Bezeichnung »Pelorie« eingeführt. Als Pelorien werden heutzutage alle jene Blüten bezeichnet, welche sich an der Pflanze aktinomorph entwickeln, obzwar diese Pflanze in der Regel sonst nur zygomorphe Blüten trägt. Pelorische Blüten kommen fast durchweg nur als terminales Produkt am Ende des Stengels vor. Es geschieht aber, dass auch die Seitenblüten in der Traube pelorisch erscheinen (Vries), was ich mir dahin auslege, dass aus den Samen einer pelorischen Blüte die Neigung entsprang, die Erzeugung von Pelorien auch auf die Seitenblüten auszudehnen. Dass diese Auslegung auf Richtigkeit Anspruch machen kann, ist aus dem Umstande ersichtlich, dass es gelang, in der Gartenkultur auch stabile Rassen zu züchten, welche immer nur pelorische Blüten hervorbringen.

Man unterscheidet, wie wir noch hören werden, einige Kategorien von Pelorien, aber alle haben die gemeinsame Eigenschaft, dass sie radiär entwickelt sind und in jeder Beziehung einen aktinomorphen Typus vorstellen, während die Blüten in der ganzen sonstigen Inflorescenz zygomorph sind. So sind z. B. bei der Gattung *Salvia* die Blüten in allen Scheinwirteln am Stengel stark zygomorph, wenn sich aber am Stengel eine Terminalblüte entwickelt, so ist dieselbe aktinomorph (Fig. 22, Taf. VII). Ähnlich verhält sich die Sache an der abgebildeten *Nepeta macrantha* (Fig. 548). Selbstverständlich ist die äussere Plastik beider Blütenformen an einer und derselben Pflanze so verschieden, dass es den Anschein erweckt, als ob beide Arten von Blüten nicht einer und derselben Pflanze anzugehören vermöchten.

Es ist begreiflich, dass die Erscheinung von pelorischen Blüten nicht nur bei Linné, sondern auch bei allen älteren Botanikern Staunen hervorrief und es ist interessant, wie sie die Entstehung dieser Blüten erklärten. Linné vermutete, dass die Pelorien an der genannten Linaria durch Bastardierung mit einer anderen Art entstanden seien, diese andere Art jedoch vermochte er nicht anzugeben, da keine Merkmale auf eine

andere fremde Pflanze hinwiesen. Auch andere Autoren pflichteten der Ansicht Linnés bei. Einige sagten, es sei da ein krankhafter Zustand vorhanden und es sei das eine Monstrosität, ebenso wie andere Monstrositäten an den Pflanzen. Hoffmann und Peyritsch experimentierten



Fig. 548. **Nepeta macrantha**, Blütenstand mit der terminalen pelorischen Blüte. (Nach Peyritsch.)

mit zygomorphen Pflanzen, um Pelorien hervorzurufen und so auf die Spur ihrer Entstehung zu gelangen. Allein alle diese Versuche haben keine Bedeutung. Nur eine einzige, von Peyritsch gemachte Beobachtung scheint wichtig zu sein und entspricht unserer Ansicht. Peyritsch fand nämlich, dass durch neuen Wechsel der, der Pflanze erforderlichen Lebensbedingungen stets mehr Pelorien hervorgerufen wurden, als sonst. Aber er hätte hinzufügen sollen, dass dieser Wechsel als ein für die Pflanze

günstiger gemeint werden soll, dass es gewissermassen eine Erhöhung oder wohl gar ein Übermass des Wohlbefindens der Pflanze sein muss. Dies gilt jedoch von dem Auftreten morphologischer Abnormitäten überhaupt. Ich selbst habe die Beobachtung gemacht, dass durch Übersetzung von Pflanzen aus der freien Natur in sehr lockeren und nahrhaften Gartenboden stets im ersten Jahre (aber keineswegs mehr in den folgenden) nicht nur Pelorien, sondern auch verschiedene morphologische Abnormitäten zum Vorschein gelangten. Es ist dies vollkommen begreiflich, denn beim Versetzen wird eine Menge von Wurzeln abgerissen; an den abgerissenen Stellen bilden sich neue, oft zahlreiche Wurzeln, welche der Pflanze aus dem Substrat in viel höherem Masse, als es früher in der freien Natur der Fall war, Nahrungsstoffe zuführen. Die Pflanze hat einen Überschuss von Ernährung und deshalb zeigen auch sonst ertötete Stellen der Pflanze ein starkes Wachstum. Dies ist auch der Grund, warum der in normalem Zustande verkümmerte Achsenscheitel zur Tätigkeit erwacht und, weil er kein Vegetativorgan ist, die Terminalblüte hervorbringt.

Dass die Terminalblüte sich aktinomorph entwickelt, ist natürlich, denn sie steht eben terminal und schon in ihrer ersten Jugend wirkt der Geotropismus gleichmässig auf alle ihre Bestandteile, weshalb sie sich gar nicht einmal zygomorph zu gestalten vermag. Deshalb sind Fälle, wo ähnliche Terminalblüten sich zygomorph entwickelt hätten so wie die anderen, unbekannt. Diesen Umstand hätten die Autoren, welche sich mit Studien über die Ursachen der Aktinomorphie der Pelorien befassten, berücksichtigen sollen. Dem gesagten zufolge sind die Pelorien eine notwendige morphologische Konsequenz und ist es vollkommen unrichtig, wenn dieselben von einigen (Goebel) als krankhafte Monstrositäten oder als neue Organe, welche neue Varietäten charakterisieren (Vries), bezeichnet werden. Die Pelorien sind eine normale morphologische Erscheinung in der Pflanzenwelt.

So, wie es geschieht, dass die Terminalblüten in der Inflorescenz eine andere Zahl im Blütenplane aufweisen, als die übrigen Seitenblüten (siehe S. 858), geradeso verhält es sich auch mit den Pelorien. Die Labiatenblüte ist zwar nach 5 angelegt, aber die Pelorien bilden selten wann eine aktinomorphe, pentamerische Blüte aus (also 5 Kelchzipfel, 5 Kronzipfel und 5 Staubblätter), sondern häufig eine 4zählige, häufig auch eine mehrzählige. Ja, es geschieht, dass diese Zahl hoch hinaufgeht (pelorische Pleiomerie), was sehr wohl an die oben beschriebene *Myosotis silvatica* erinnert.

Das Vorkommen der Pelorien und die darauf bezüglichen literarischen Berichte sind sehr zahlreich. Verhältnismässig häufig erscheinen sie in den Familien der *Labiaten*, *Scrophulariaceen* und *Gesneraceen* (siehe Wettstein in Englers Fam. IV. 3b, Masters in Botan. Chron. 1904, Penzig und Masters Teratol., Wittmack in Gartenfl. u. s. w.), aber

auch in der Familie der *Orchidaceen* sind sie keine Seltenheit (Caspary, Stenzel). Manchmal wird eine Pelorie in der Kultur derart konstant, dass sie sich als eigene Rasse allgemein in den Gärten verbreitet. So bildet z. B. *Gloxinia speciosa* var. *Fyfiana* aufrechte, regelmässige Blüten mit fünf Staubblättern. Ebenso sehen wir jetzt häufig in den Gärten eine besondere Rasse von *Digitalis purpurea* (Fig. 549), welche in der ganzen, einseitswendigen Traube normale, zygomorphe Blüten, am Ende der Traube aber eine grosse, aufrechte, regelmässig glockenförmige Blüte trägt, welche sich von den übrigen auffallend unterscheidet. Diese Pelorien sind aber in der botanischen Literatur schon lange bekannt und wurden von den Autoren verschieden ausgelegt (siehe Penzig, Masters, Peyritsch). Die pelorische Blüte hat hier zumeist eine unbestimmte Anzahl von Kronzipfeln und mit ihnen abwechselnder Staubblätter. Die Zahl der Fruchtknoten ist geringer. Im ganzen aber lässt sich eine Inklination der ganzen Blüte zur Zahl $n5$ beobachten, so dass auf den Kelch, die Krone und die Staubblätter 20 und auf den Fruchtknoten 10 entfallen. Es sind dies also pleiomerische Pelorien. Es sind aber auch Pelorien der Gattung *Digitalis* bekannt, welche in allen Kreisen (mit Ausnahme des Fruchtknotens) die Zahl 5 festhalten.



Fig. 549. **Digitalis purpurea**, Blütentraube mit terminal pelorischer Blüte; *a*) monopetale Corolle in der Achsel der oberen Hochblätter (*b*). (Original.)

An unserer Pflanze kommen auch noch besondere Abnormitäten in den Achseln der Brakteen unterhalb der pelorischen Blüte vor. Masters hat dieselben auch schon als 1—2zählige Blüten (!) beschrieben. In den Achseln der Brakteen entspringen nämlich

kronblattartig gefärbte, röhrenförmige Gebilde (Fig. 549), welche aber weder Kelche, noch Staubblätter noch Fruchtknoten enthalten, am Ende zugespitzt sind und ein einziges, röhrenförmiges Petalum vorstellen. Es ist dies ein terminales, hier kronblattartig gefärbtes Phyllom, welches die einzelnen Blätter an den Blättern von Utricularia (S. 338) in Erinnerung ruft. Ähnliche monopetale Corollen beobachtete ich an einer abnorm entwickelten Blütentraube von *Hyacinthus orientalis*, deren Stützbrakteen corollinisch umgebildet waren in der Weise, dass aus denselben eine terminale Blüte sich allmählich zusammenstellte. In den Brakteenachseln gelangte statt der Blüte nur ein adossiertes, tütenförmiges Petalum zum Vorschein.

Auch eine in den Gärten vorkommende Rasse von *Antirrhinum majus* zeigt ähnliche Pelorien wie die beschriebene Digitalis.



Fig. 550. **Linaria vulgaris**, pelorische Blüte. (Original.)

Häufig kommt eine Pelorie an der gemeinen *Linaria vulgaris* (Fig. 550) zum Vorschein. Eine solche Blüte sieht allerdings im Vergleiche mit der normalen (Fig. 18, Taf. VI) abenteuerlich aus und man kann sich daher nicht wundern, dass sie von den Zeiten Linnés an bis heute der Gegenstand der Aufmerksamkeit unzähliger Botaniker war. Sie pflegt (mit Ausnahme des Fruchtknotens) nach 5 angelegt zu sein und trägt an der Basis der Krone 5 Sporne, an der verschmälerten Mündung aber 5 Zipfel, unten 5 Kelchzipfel. Es kommen jedoch auch Pelorien vor, welche keine Sporne besitzen.

In der Familie der Labiaten sind die Pelorien ebenfalls recht häufig. Peyritsch hat einige schöne Beispiele davon eingehend beschrieben und abgebildet. Es ist aber bemerkenswert, dass manche Gattungen zahlreiche Pelorien entwickeln, während dies bei anderen wiederum niemals oder nur selten der Fall ist. Häufig sind sie z. B. in der Gattung *Salvia*. Ich selbst habe dergleichen Pelorien öfters bei *Salvia pratensis* und *S. officinalis* beobachtet und bringe in Fig. 22, Taf. VII die Abbildung einer derselben. Die abgebildete Pelorie stand zwischen sechs Blüten im Scheinwirtel und schloss den Stengel ab. Der Kelch war zweilippig mit dreizähnigen Lippen (also 6zählig). Die Krone bildete zwei gleiche dreizipflige Lippen und ausserdem zwei querstehende einfache Zipfel (also eine 8zählige Krone). Die Staubblätter waren 2 und 2 an der Basis der dreizipfligen Kronlippen. Der Griffel und der Fruchtknoten waren normal. Die ganze Blüte ist sonach in jeder Beziehung aktinomorph ausgebildet, aber die Zahl des ganzen Blütenplans ist nicht in allen Kreisen gleich, obzwar in der normalen Blüte die Zahl 5 massgebend ist. Wir haben hier also eine sonderbare, in der ganzen Blüte nach der Zahl 2 geregelte Kombination vor uns. So ist der Kelch zweizählig (eigentlich

2 × 3), die Krone ebenfalls zweizählig (eigentlich 2 × 3 + 2 × 1), die Staubblätter sind wieder zweizählig (eigentlich 2 × 2) und der Fruchtknoten ist normal zweizählig. Penzig nennt diese Formen der Pelorien »Hemipelorien« gegenüber den wahren Pelorien, welche bei Salvia pratensis auch vorkommen und nach dem normalen Plane fünfzählig sind. Auch C. Schimper (Flora 1857), Peyritsch und Camus tun von Variationen der Pelorien unserer Salbei Erwähnung. Sehr häufig sind bei den *Labiaten* vierzählige Pelorien, so z. B. an der abgebildeten *Nepeta macrantha*, und noch andere Zahlenverhältnisse im Plane dieser Pelorien kommen vor. Das ist leicht erklärlich: in der Pelorie kehrt die Blüte zur ursprünglichen, vollkommen ungebundenen Gestalt zurück — das heisst zur pleiomerischen Aktinomorphie so, wie sie bei den Angiospermen ursprünglich vorhanden war. Aber durch den Einfluss der Erblichkeit tut sich in dem oder jenem Kreise eine Zahl hervor, nach welcher die Plastik der rezenten zygomorphen Blüte durchgeführt ist. Bei den Labiaten ist es z. B. die Zahl 2.

Aber nicht nur die genannten Familien, auch andere Gattungen in anderen Familien bilden Pelorien (Delphinium, Aconitum, Verbena, Cytisus, Tropaeolum u. v. a.). Ich selbst habe schöne Pelorien an *Viola collina* (Fig. 551) beobachtet. Die Blüte war durchweg aktinomorph und mit Ausnahme des Fruchtknotens fünfzählig. Die Petala waren, was Lage, Form und Farbe betrifft, durchweg gleich, spornlos, auch die Kelche waren alle gleich. Die Entstehung dieser Pelorie ist geeignet, uns mit Rücksicht auf unsere bisherige Auslegung in Verlegenheit zu bringen. Die Blüten der Viola collina entspringen durchweg aus den Blattachseln an dem dicken, grundständigen Rhizome und sind demnach ein Lateralorgan. Als Seitenblüten sollten sie also eigentlich keine Pelorien entwickeln. Hier könnten wir uns die Sache derart zurechtlegen, dass die Blüte an dem langen, aufrechten Stiele sich eigentlich so benimmt, wie die Terminalblüte am Schafte. Auch das ist beachtenswert, dass die pelorische Blüte nicht aufrecht am Stiele steht, sondern ebenso wie die zygomorphe Blüte in normalem Zustande abwärts geneigt ist.



Fig. 551. **Viola collina**, pelorische Blüte. (Original.)

Gerade so, wie aktinomorphe Blüten bei zygomorphen Pflanzen an der Hauptachse entstehen können, ebenso könnten wir mit vollem Rechte erwarten, dass zygomorphe Blüten bei aktinomorphen Pflanzen am Ende

der, gleich in der Jugend sich in eine horizontale (plagiotropische) Lage versetzenden Zweige zum Vorschein gelangen werden. Diesen Blüten wurde bisher wenig Aufmerksamkeit geschenkt, obzwar ich vermute, dass sie in der Natur genug häufig vorkommen dürften. Wir können hier bloss fünf, bisher von Hildebrand, Heinricher und mir beobachtete Fälle anführen.

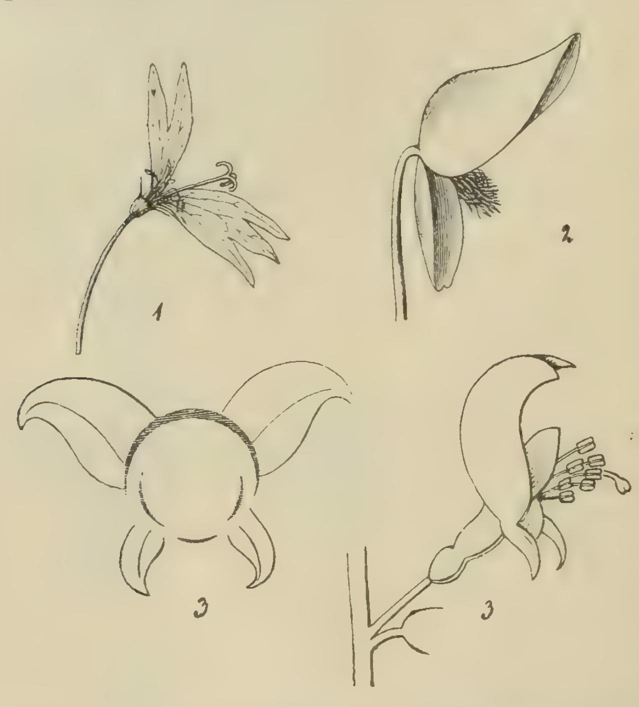


Fig. 552. Geomorphische Blüten. 1. **Campanula patula** (Original), 2. **Begonia** sp., 3. **Fuchsia coccinea** (nach Hildebrand).

Ein schönes Beispiel gibt die von Hildebrand im Jahre 1890 beschriebene Blüte der allgemein kultivierten *Fuchsia coccinea* (Fig. 552) ab. Diese Blüte entwickelte sich an einem Zweige, welcher gleich in der Jugend in eine horizontale Lage geriet, und weist eine schöne Zygomorphie auf, obzwar die Pflanze normal stets nur vollkommen regelmässige Blüten trägt. Zwei grosse Kelchblätter ragen empor, zwei sind herabgebogen, ein Kronblatt (in der Symmetrale) oben ist gross, die übrigen drei sind klein. Auch die Staubblätter sind ungleich lang und in der Symmetrale eingebogen. Die ganze Blüte ist mit einem Worte ganz nach den Regeln der Zygomorphie gebaut.

Ein anderes Beispiel führt Hildebrand an der Gattung Begonia an, deren männliche Blüten, welche normalerweise ganz aktinomorph sind, eine Zygomorphie in der Weise ausgebildet haben, dass sich ein Perigonblättchen (das obere) bedeutend vergrösserte und das andere, gegenständige, kleiner wurde. Auch hier hat die Blüte gleich in der Jugend eine wagrechte Lage eingenommen. Übrigens werden wir im Kapitel über den Dimorphismus noch hören, dass die weiblichen Blüten der Begonien stets zygomorph sind, die männlichen aber aktinomorph und dass diese Zygomorphie durch die Seitenlage der weiblichen Blüten verursacht wird.

Heinricher (Zeitschrift der Ferdinand. 1907) beschreibt und abbildet schöne Zygomorphie an *Potentilla aurea*, welche die Ähnlichkeit von Veilchenblüten zeigen.

Sehr häufig können wir eine mehr oder weniger deutlich entwickelte Zygomorphie an den Blüten der allgemein verbreiteten *Campanula patula* beobachten. An vielen Fundorten kann man sehen, wie die Seitenzweige, welche sich in einer horizontalen Lage befinden, mit einer Blüte endigen, deren Krone zwei Zipfel hinauf- und drei heruntergebogen hat. Einmal aber habe ich noch einen weiteren Grad dieser Entwicklung gefunden, wo die Krone sich in zwei freie Lippen geteilt hat, von denen ein zweizipfliger und kleinerer hinauf- und der untere grössere dreizipflige herabgebogen war (Fig. 552). Hiedurch erhielt die ganze Blüte ein ungewöhnliches Aussehen. Die übrigen Bestandteile der Blüte waren normal und gesund entwickelt.

Im Herbste können wir fast regelmässig zygomorph ausgebildete Blüten an der in den Gärten kultivierten *Phlox paniculata* beobachten. Die ersten Blüten dieser Pflanzenart haben immer eine gerade Kronröhre mit gleichmässig radiär ausgebreiteten fünf Zipfeln. Später aber haben die Kronen an den Seitenzweigen der cymösen Inflorescenz die Röhrchen bedeutend herabgebogen und von den Zipfeln ragen drei hinauf und zwei herab. Die ganze Blüte nimmt dabei auch mehr oder weniger eine horizontale Position ein.

Nachdem für die aktinomorphen Terminalblüten die Bezeichnung »Pelorie« eingeführt worden ist, so macht sich die Notwendigkeit geltend, auch für die eben beschriebenen zygomorphen Seitenblüten eine besondere Benennung einzuführen. Wir schlagen den Terminus »Geomorphie« vor. Dadurch soll zugleich angedeutet werden, dass die Geomorphie nur durch den Einfluss des Geotropismus entstanden ist. Die Geomorphie ist zugleich ein weiterer Beweis, dass das Entstehen der Zygomorphie bei den Blüten hauptsächlich auf dem Einfluss der Erdgravitation beruht.

In die Kategorie der geomorphen Blüten sollten schliesslich auch solche Blüten eingereiht werden, welche infolge einer besonderen Umbildung ihrer Bestandteile einen höheren Grad der Zygomorphie aufweisen, als es bei ihnen gewöhnlich die Regel ist. So z. B. hat Buchenau die Beobachtung gemacht, dass die Krone von *Rhinanthus major* unten einen langen, dünnen Sporn trug. Einen ähnlichen Sporn habe ich selbst an *Digitalis ambigua* beobachtet.

2. Die Blütenachse.

Die Bestandteile der Blüte sind an der Blütenachse als Seitenorgane in derselben Weise gestellt, wie die Blätter am Stengel. Die Blütenachse als verkürzter Teil des Stiel- oder Stengelendes zeigt am häufigsten eine walzen- oder kegelförmige Gestalt und heisst auch Blütenboden.

Es ist selbstverständlich, dass der Blütenkegel oder Blütenboden länger oder kürzer, mehr oder weniger zugespitzt oder abgerundet sein kann. Wenn auf dem Blütenboden eine grössere Anzahl von Fruchtknoten vorhanden ist und wenn dieselben in einer Spirale angeordnet sind, so erscheint die Blütenachse zylindrisch und beträchtlich verlängert, wie wir dies besonders gut an den Blüten der Gattungen *Magnolia* und *Myosurus* sehen. Ist aber im Gegensatze hiezu die Blütenachse von einem einzigen Fruchtknoten abgeschlossen, so scheint es auf den ersten Blick, als ob der Fruchtknoten selbst ihr umgewandeltes Ende sei und dann ist der Blütenboden gewöhnlich sehr verkürzt und unbedeutend. Wenn bloss ein einziger Fruchtknoten oder eine Anzahl derselben zur Entwicklung gelangt und unterhalb die übrigen Blütenteile frei eingefügt erscheinen, so sagen wir, dass der Fruchtknoten oberständig und dass die Petala, Sepala und Staubblätter unterständig oder hypogyn sind. Auch in den männlichen Blüten ist zuweilen der Blütenboden bedeutend entwickelt; so hat *Schizandra propinqua* Hk. f. (Magnol.) einen Blütenboden von der Gestalt einer grossen Kugel, auf welcher die Staubblätter zerstreut sitzen (Hook. Ic. 1715). Etwas ähnliches sehen wir auch bei *Fragariopsis Warmingii* (Fl. Br. XI, 2, Euph.).

Aus dem Blütenboden wachsen häufig verschiedene Gebilde, welche zumeist den Dienst von Nektarien verrichten oder es verdickt sich der Blütenboden selbst drüsig und bildet derselbe dann verschiedenartige Wälle und Ansätze oder überhaupt Effigurationen. Diese Effigurationen muss man stets als Emergenzgebilde an der Blütenachse anschauen, also etwa so, wie die Haare und Stacheln an den Blättern. Und ebenso wie wir die Haare und Stacheln nicht als das Blatt selbst ansehen, wäre es auch unrichtig, die verschiedenen Effigurationen der Blütenachse als die Achse selbst aufzufassen. Dennoch haben viele Autoren dergleichen Drüsen und Auswüchse an der Blütenachse als letztere selbst ausgegeben. Schon dieser Umstand allein, weiter aber auch das Verwachsen der Blütenteile untereinander und mit der Achse, dann die Verdickung oder auch die Verflachung oder die schüsselförmige Aushöhlung der Achse verursachen eine so grosse Veränderung des Zusammenhangs der Blütenteile mit der Achse, dass die Entscheidung darüber, was der Achse, was den einzelnen Blütenphyllomen und was den Emergenzen angehört, zu den schwierigsten Aufgaben der Morphologie gehört. Und es gibt vielleicht auch keinen zweiten Gegenstand in der Morphologie der Pflanzen, über den die Ansichten der Autoren so sehr auseinandergehen würden, wie es eben bei dem vorliegenden der Fall ist. Wir müssen hiebei unser Bedauern darüber aussprechen, dass viele Autoren sich über die einzelnen Fälle nicht sehr den Kopf zerbrechen, sondern ihre Urteile leichthin fällen. Wir erinnern in dieser Beziehung z. B. an den Blütenbecher oder das Receptaculum, welches von der Mehrzahl der Botaniker als ausge-

höhlter Achsenteil angesehen wird, obzwar wir später hören werden, dass es sich da zumeist um verwachsene Blütenphyllome handelt und dass wahre Achsenreceptacula eine grosse Seltenheit sind. Die Beurteilung dieser komplizierten Verhältnisse muss mit grosser Vorsicht erfolgen und zwar immer nur auf Grund der Vergleichung einer ganzen Reihe von ähnlichen Fällen und mit Benützung vergrünter Blüten. Manchmal kann uns da auch die Anatomie nützliche Dienste leisten. Ganz besonders muss aber der Ontogenese aus dem Wege gegangen werden, denn diese kann uns über die Zusammensetzung der Blüte gar nichts sagen.

Die Blütenachse bildet entweder zwischen dem Perigon und den Staubblättern oder zwischen den letzteren und dem Fruchtknoten drüsige Wälle oder den sogenannten Discus. Gleichzeitig hängt aber damit eine Verlängerung oder Verdickung dieses Achsenteils zusammen. Ein bekanntes Beispiel haben wir da an der Gattung *Ruta* (Fig. 553), wo der Fruchtknoten an einer stark entwickelten, fast zweimal so grossen Achsenbasis sitzt, welche die Dienste eines Nektariums verrichtet. Es ist dies eine angeschwollene, an der Oberfläche als Sekretionsorgan eingerichtete Achse. Bei der verwandten Art *Simaba* (Fig. 618) hat sie die Gestalt einer grossen Walze. Einen ähnlich stark ausgebildeten Untersatz unterhalb des Fruchtknotens bildet die Gattung *Samadera* (siehe Hook. Icon. 2450), ebenso die Gattung *Quassia*.

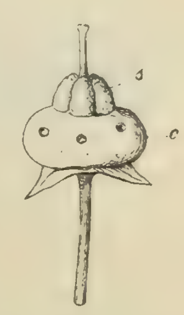


Fig. 553. **Ruta graveolens**, unterhalb d. Fruchtknotens (*s*) drüsig angeschwollene Blütenachse (*c*). (Original.)


Fig. 554. **Nelumbo nucifera**, Blüte mit verdickter Achse. (Nach Baillon.)

Eine aussergewöhnliche Gestalt nimmt der Blütenboden in der Gattung *Nelumbo* (Fig. 554) an. Er schwillt hier zu einem fleischigen, umgekehrt kegelförmigen Gebilde an, in welchem die einzelnen Fruchtknoten stecken.

Hier sind eigentlich die Fruchtknoten ringsum vom Blütenboden umwachsen. Zuletzt wird zur Fruchtreife alles hart und sitzen dann die Fruchtknoten als runde Nüsschen in den Höhlungen des Blütenbodens, indem sie nur schwach mit ihren Enden herausragen. Etwas ähnliches finden wir in der Gattung *Siparuna* (Monimiac.). In dieser Familie kommt überhaupt eine schüsselförmige Verbreiterung der Achse vor, was schwerlich durch ein Verwachsen der Blütenphyllome ausgelegt werden kann. Das Receptaculum der Gattung *Monimia* z. B. (Fig. 555) stellt ein gefässähnliches Gebilde vor, an dessen Flächen überall Staubblätter (männliche Blüten) hervorspriessen. In der Gattung *Tambourissa* hat die weibliche Blüte die Form einer abgeflachten Kugel, welche oben mit einer Öffnung versehen ist und in deren Fleisch innen die Fruchtknoten hineingestellt sind. Dies sind wahre **Kupulen** oder **Receptacula** von Achsenbeschaffenheit.




Fig. 555. **Tambourissa elliptica**, weibliche und männliche Blüte. (Nach Baillon.)

Achsenkupulen kommen allgemein auch in der Familie der *Cupuliferen* vor. Die Schüsselchen unterhalb der Frucht von *Quercus* sind Achsenerweiterungen, welche äusserlich in dichten Parastichen mit kleinen Schuppen besetzt sind. Detaillierter werden wir diesen Gegenstand noch in dem Kapitel über die Kupulen besprechen.

Die Blütenachse kann sich zwischen dem Perigon und den Staubblättern, dann zwischen den letzteren und dem Fruchtknoten verlängern. Im letzteren Falle praesentiert sich uns der Fruchtknoten lang gestielt, der Stiel heisst dann **Gynophor**. Beispiele hievon haben wir genug, einige Familien sind durch diese Eigenschaft charakterisiert. So ist es insbesondere die Familie der *Capparidaceen*, wo einige Gattungen den Fruchtknoten lang und dünn gestielt haben (Fig. 556). Es scheint da, als ob der Gynophorstiel wirklich der Blütenachse entspräche, denn nicht selten sind auch die Staubblätter an diesen Stiel angewachsen (Pedicellaria, Maerua). Der Achsenteil unterhalb der Staubblätter heisst **Androphor**. Auch viele *Sterculiaceen* pflegen ein überaus langes Gynophor zu haben, an welchem unterhalb des Fruchtknotens die Staubblätter gelenkartig eingefügt sind, so dass das Herablaufen nicht einmal deutlich erkennbar ist (Fig. 9, 10, Taf. IX). Hier hat also das Gynophor unzweifelhaft Achsenbeschaffenheit. Dies geht auch aus der Verwandtschaft mit

der Familie der *Cruciferen* hervor, wo das Gynophor sich auf ein Minimum verkürzt. Den Übergang zu dieser Form bildet die Gattung *Cleomella* (Capparid.).

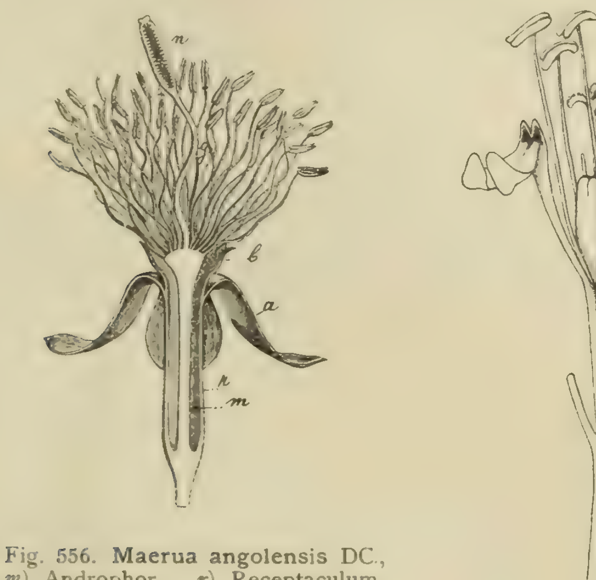


Fig. 556. **Maerua angolensis** DC., *m*) Androphor, *r*) Receptaculum, *a*) Kelch, *b*) Krone, *g*) Gynophor, *n*) Fruchtknoten (nach Baillon).

Silene Saxifraga (rechts), *a*) Gynophor mit angewachsenen Petalen und Staubfäden, *c*) Kelch, *i*) Ligularzähne. (Original.)

Auch das Gynophor vieler Gattungen der Familie der *Caryophyllaceen* (Fig. 556) ist sicherlich von Achsenbeschaffenheit. Hier ist der Fruchtknoten mehr oder weniger durch eine dicke Säule gestützt, welcher die Petala und Staubblätter angewachsen sind. Dieses Anwachsen ist an der Oberfläche sichtbar, denn wir bemerken deutlich, wie die Petala und Staubblätter sich mit ihren Basen langsam vom Gynophor abteilen und durch Narben und Riefen am Gynophor von einander getrennt sind. Unterhalb des Gynophors entspringt lediglich der Kelch. Dieses Gynophor pflegt bei vielen Arten (*Silene macropoda* Vel. u. a.) länger als der Fruchtknoten selbst zu sein.

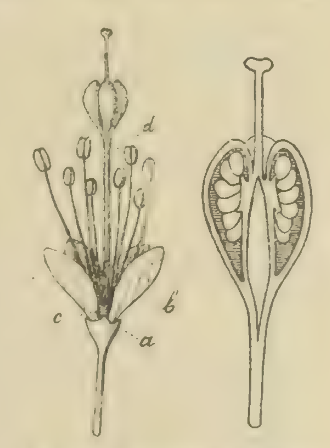


Fig. 557. **Boenninghausenia albiflora** Rch., vergrösserte Blüte, rechts Fruchtknoten im Längsschnitt; *a*) Kelch, *b*) Petala, *d*) Gynophor, *c*) drüsiger Discus. (Original.)

Einige Arten der *Rutaceen* besitzen ebenfalls ein langes Gynophor. Die abgebildete *Boenninghausenia* (Fig. 557) hat einen dünn- und langgestielten Fruchtknoten, welcher zwischen den Staubblättern entspringt und an der

Basis von einem drüsigen Discus (*c*) umfasst ist. Interessant ist hiebei, dass die Karpelle untereinander vollkommen frei sind, indem sich dieselben bloss am Ende zu einem gemeinsamen Griffel vereinigen. An der Basis verschmälern sie sich allmählich und erfolgt dann die Vereinigung im Gynophor. Hieraus kann auch mit Recht geschlossen werden, dass hier das Gynophor (*d*) nichts anderes ist, als die stielartig verengerten Karpelle. Es unterliegt keinem Zweifel, dass ebenso, wie sich das Blatt in einen Blattstiel oder am Ende in eine dünn ausgezogene Spitze verschmälern, auch bei dem Karpell eine Verschmälerung an der Spitze in einen Griffel und an der Basis in ein stielartiges Gynophor erfolgen kann.

Auch anderwärts kann deutlich beobachtet werden, dass das Gynophor nur die verschmälerte Basis des Fruchtknotens ist. So ist es der Fall bei einigen Arten der Gattung *Gentiana* (G. ciliata). Einen besonders auffallenden Beleg hiezu bieten uns einige Arten der Familie der *Leguminosen*. Hier wird, wie bekannt, die von einem zehnzähligen Staubblätterkranze umfasste Blütenachse durch einen einkarpelligen Fruchtknoten abgeschlossen. Zu der Vermutung, dass in diesem Fruchtknoten (der Hülse) irgend eine Achsenpartie enthalten wäre, liegt auf Grund der Zusammensetzung desselben nicht die mindeste Berechtigung vor. Nun verschmälert sich aber dieser Fruchtknoten bei verschiedenen Arten in einen verschieden langen Stiel. Bei der Art *Lebeckia longipes* Bol. (Afr. austr. - - Fig. 558) wird dieser Stiel sogar bis dreimal so lang als das Karpell und stellt also ebenfalls ein »Gynophor« vor. Ähnlich lange »Gynophore« finden wir in der Gattung *Bauhinia* (siehe Baillon, Hist. d. pl.).



Fig. 558. **Lebeckia longipes**. Junge Hülsen (Fruchtknoten) langgestielt. (Original.)

Auf Grund der eben dargestellten Umstände gelangen

wir zu der Ansicht, dass die Gynophore in verschiedenen Blüten bald Achsen-, bald Phyllomnatur haben können, was allerdings manchmal schwer zu unterscheiden ist, weil die äussere Ähnlichkeit in allen Fällen gleich ist. Vielleicht könnten hier der Verlauf und die Orientierung der Gefässbündel einen Fingerzeig geben. Deshalb empfehlen wir dieses Thema den Anatomen.

3. Die Blütenhülle.

Die äusseren Bestandteile der Blüte werden von Phyllomen gebildet, welche die Aufgabe haben, die Staubblätter und Fruchtknoten in der Jugend zu schützen oder einzuhüllen, späterhin den Staubblättern Schutz vor dem Regen zu bieten oder den eigentlichen Geschlechtsorganen auch noch andere Dienste zu leisten. Diese Hüllen bestehen aus einer verschieden grossen Anzahl von Blättern, wie dies schon im vorangehenden Kapitel genügend auseinandergesetzt worden ist und sind diese Organe entweder alle gleich (sie mögen wie immer entwickelt sein), oder es sind die äusseren grün, krautig, die inneren dagegen zart, häutig, auffallend oder sogar feurig gefärbt. Im ersteren Falle nennen wir eine solche Hülle einfach Perigon, im letzteren Falle sagen wir, dass die Blütenhülle in den grünen Kelch (calyx) und die farbige Krone (corolla) differenziert ist. Die Blütenhülle kann grün, unbedeutend sein (Chenopodium, Urtica, Humulus, Luzula, Quercus) oder auch kronenartig gefärbt (Daphne, Tulipa, Polygonum). Die Familien mit ungefärbtem, einfachem Perigon wurden früher kronblattlose (Apetalae) genannt, was namentlich von polykotylen Familien galt. Selbstverständlich gibt es zwischen den farbigen und ungefärbten Blütenhüllen verschiedene Übergänge.

Schliesslich müssen wir auch noch Blüten mit verkümmerter oder in unbedeutende Schüppchen umgewandelter und Blüten mit gänzlich verschwundener Blütenhülle unterscheiden. Dies betrifft hauptsächlich reduzierte Blüten (Callitriche, Gramineae, Cyperaceae, Betulaceae, Euphorbiaceae u. s. w.).

Die entweder im einfachen Perigon befindlichen oder in Kelch- und Blumenblätter (Sepala und Petala) differenzierten Perigonblättchen können entweder untereinander mehr oder weniger verwachsen oder ganz frei sein. Wenn dies bloss die, in der Blüte entwickelte Krone betrifft, so sagen wir von der Pflanze, dass sie entweder freiblättrig (corolla choripetala, eleutheropetala) oder verwachsenblättrig (corolla sympetala, gamopetala) ist. Interessant ist, dass ganze Familien, ja ganze Gruppen von Familien durch eine choripetale oder sympetale Krone charakterisiert sind, so dass die Angiospermen früher in drei Hauptgruppen: Apetalae, Sympetalae und Choripetalae unterschieden wurden. Diese Einteilung ist zwar praktisch, lässt sich aber wissenschaftlich nicht überall

durchführen In Familien, in welchen fast durchweg sympetale Kronen vorkommen, erscheinen plötzlich Gattungen mit vollkommen choripetaler Krone: *Ledum* in der Familie der *Ericaceen*, *Armeria* in der Familie der *Plumbagineen*, *Styrax* in der Familie der *Styraceen*. Im Gegensatze hiezu findet man in choripetalen Familien Gattungen mit sympetalen Kronen: *Correa* in der Familie der *Rutaceen* (Fig. 19, Taf. IX), *Bryophyllum* in der Familie der *Crassulaceen*, die *Mimoseen* in der Familie der *Leguminosen*.

Es ist nur natürlich, wenn wir das einfache Perigon als den ursprünglichen und das in Kelch und Krone differenzierte als den sekundären Zustand ansehen. In der Familie der *Liliaceen* und den um diese Familie sich gruppierenden anderen finden wir ursprünglich zwei dreizählige Kreise des gleichmässig entwickelten Perigons (Lilium, Luzula); in der Gattung *Iris* sind aber beide Kreise verschieden entwickelt, obzwar beide kronblattartig gefärbt sind. In den Familien der *Commelinaceen*, *Mayacaceen* und *Alismaceen* sehen wir aber einen grünen Kelch und die innere farbige Krone. Auch in der Familie der *Liliaceen* selbst finden sich die Gattungen *Calochortus* und *Trillium* mit grünem Kelche und farbiger Krone. Aus dem Blütenplane kann in allen diesen Fällen nicht angenommen werden, dass sich hier die Krone durch Umwandlung der Staubblätter entwickelt hätte.

Auch in vielen Familien der Apetalen kommen Gattungen vor, deren Perigon sich in Kelch und Krone differenziert. Bemerkenswert ist in dieser Beziehung die Gattung *Cluytia* aus der Familie der *Euphorbiaceen* (siehe Engl. Fam. III. 5, S. 83).

In der grossen Gruppe der choripetalen und sympetalen Angiospermen ist das Perigon regelmässig in Kelch und Krone differenziert. Es gibt hier aber auch Familien, wo wir noch den primitiven Stand vorfinden, wo nämlich Kelch und Krone noch nicht allgemein differenziert sind. Eine solche interessante Familie sind z. B. die *Ranunculaceen*. Wir haben hier Gattungen mit vollkommen differenziertem Kelche und Krone (Ranunculus) und wiederum Gattungen mit einfacher, kronblattartig gefärbter Blütenhülle (Anemone, Hepatica), endlich Gattungen, bei denen hinter dem einfachen Perigon ein Kreis eigentümlich ausgebildeter Nektarien von Phyllomursprung folgt (Helleborus, Myosurus, Aconitum). Weil in der Gattung *Anemone* zwischen den Staubblättern und den Perigonblättern Übergänge vorkommen, so vermutet Čelakovský, dass bei den Ranunculaceen die Kronblätter überhaupt nur umgewandelte Staubblätter seien. De Candolle und Naegeli behaupten, dass alle Petalen der Angiospermen durch Umwandlung aus Staubblättern entstanden seien. In neuester Zeit hat endlich Worsdell die Theorie aufgestellt, dass alle Perigone der Angiospermen ihren Ursprung den Staubblättern zu verdanken haben.

Alle diese Ansichten sind verfehlt. Wenn die Perigone überhaupt aus Staubblättern entstanden wären, so müssten wir annehmen, dass ur-

sprünglich bloss aus Staubblättern und Fruchtknoten zusammengesetzte Blüten bestanden und dass erst später etwelche Staubblätter sich in ein Perigon, welches sie schützen sollte, umgewandelt haben. Das ist aber undenkbar, denn schon zu der Zeit, wo sich die Staubblätter und Fruchtknoten in der Blüte entwickelten, war ein Hüllperigon notwendig, welches also gleichzeitig mit den Staubblättern entstand, so wie es bei den Koniferen der Fall ist (siehe S. 750). Wie sich Worsdell die Sache bei den weiblichen Blüten vorstellt, wo überhaupt keine Staubblätter vorhanden sind, ist mir vollkommen unverständlich. Dass die Kelche oder einfachen Perigone aus den Brakteen unterhalb der Blüte entstanden sind, haben wir bereits in dem Kapitel über das Blütendiagramm bewiesen und werden wir noch weiter unten hören.

Was schliesslich die Ansicht anbelangt, dass die Perigone bloss bei den Ranunculaceen umgewandelte Staubblätter seien, haben wir gleichfalls mehrere Bedenken. Dass in den hemi- und acyklischen Blüten die Petala allmählich in Staubblätter übergehen, ist leicht verständlich. Auch anderwärts geschieht so etwas in normalem Zustande (bei der Gattung *Nymphaea*). Daraus müssen wir aber nicht sofort folgern, dass hier eine Umwandlung der Staubblätter in Petala stattfinde, denn mit demselben Rechte könnte man ja auch sagen, dass sich die Petala in Staubblätter verwandeln. Ich bin im Gegenteile der Ansicht, dass wir bei den Ranunculaceen ein Übergangsstadium haben, wo sich das einfache Perigon in Kelch und Krone zu differenzieren beginnt. Dies kann man in normalem Zustande an allen Gattungen beobachten, aber noch schöner an verschiedenen Blütenvariationen der gemeinen *Anemone nemorosa*. Wenn wir eine grosse Menge von Blüten dieser Frühjahrspflanze untersuchen, so werden wir gewiss die Variation finden, wo 6—7 enger, weisser Petalen mit 6—7 weissen, äusseren, aber bedeutend breiteren und grösseren, abwechseln. Im normalen Zustande pflegen 6—7 gleichgestaltete Blumenblätter entwickelt zu sein. In einem Falle habe ich sogar eine Blüte gefunden, wo mit drei weissen Petalen von aussen drei grüne, bedeutend kleinere alternierten (Fig. 559). Bei der Gattung *Pulsatilla* ist das Perigon sehr oft aus zwei dreizähligen Kreisen zusammengesetzt, was den ersten Anlauf zu den oben beschriebenen Fällen bei *Anemone nemorosa* bildet. Wenn bei den Ranunculaceen Nektarien entwickelt sind, so sind dies sekundäre Metamorphosen aus dem Kronblattkreise.



Fig. 559. **Anemone nemorosa.** Abnorm entwickelte Blüten, links mit 2 differenzierten corollinischen Kreisen, rechts mit einem inneren corollinischen Kreise (*b*) u. mit einem äusseren grünen, kelchartigen Kreise (*a*). (Original.)

Dass der Kelch eine blosse Umwandlung der Hochblätter ist, geht nicht nur daraus hervor, dass er durch seine Konsistenz und Gestalt die Hochblätter imitiert, sondern häufig direkt in Hochblätter übergeht (Pedicularis, Menodora, Rosa, Ascyrum, Camellia, Hibbertia u. a.).

Es gibt allerdings auch Beispiele von Blüten, wo die Staubblätter die Gestalt von farbigen Kronblättern annehmen; aber dergleichen Metamorphosen gehen deutlich aus der Vergleichung mit solchen verwandten Gattungen hervor, wo dies nicht erfolgt. Ein belehrendes Beispiel bietet uns in dieser Beziehung die Gattung *Mesembryanthemum*. Die Blüten dieser Gattung haben äusserliche, grüne Perigonblätter, welche an derselben Achse häufig in echte Blätter übergehen (S. 873). Hinter ihnen befinden sich aber überaus zahlreiche, lineale, feurig gefärbte Blumenblätter in spiraliger Anordnung, welche sich im Inneren schliesslich langsam in fadenförmige Staminodien und diese wieder in zahlreiche Staubblätter verwandeln (siehe z. B. M. pomeridianum). Im Blütendiagramm pflegt es Regel zu sein, dass Kelch und Krone dieselbe Zahl oder höchstens deren Multiplikat aufweisen, was natürlich ist, da wir wissen, dass beides eigentlich das ursprünglich gleichgestaltige Perigon vorstellt. Es ist deshalb verdächtig, dass wir bei der Gattung Mesembryanthemum so viele Petala hinter den fünf »Kelchblättern« sehen. Schon auf S. 851 haben wir gezeigt, dass die Gattungen der Familie der *Portulacaceen* eigentlich ein einfaches Perigon besitzen und dass sie in dieser Beziehung mit der verwandten Familie der *Phytolaccaceen* übereinstimmen. In dieselbe Verwandtschaft aber gehört auch die Familie der *Aizoaceen* (mit der Gattung Mesembryanthemum), so dass dies eine Bestätigung unserer Ansicht bildet, dass die kelchartige Blütenhülle von Mesembryanthemum eigentlich ein einfaches Perigon ist und dass die zahlreichen Blumenblätter umgewandelte und dédoublierte Staubblätter sind. Auch die Phytolaccaceen und Portulacaceen haben gewöhnlich dédoublierte Staubblätter.

Die Umwandlung der Staubblätter in Staminodien oder in kronblattartige corollinische Blätter ist übrigens in der Pflanzenwelt keine Seltenheit. In der Familie der *Zingiberaceen* gelangt dieser Prozess zum höchsten Grade der Entwicklung und bildet derselbe gewissermassen ein besonderes Merkmal für die Blüten aus dieser Verwandtschaft. Als anschauliches Beispiel mag uns da die abgebildete *Cienkowskia* (Kämpferia) *Kirkii* (Fig. 15–17, Taf. VII) dienen. An dem unterständigen Fruchtknoten befindet sich ein unbedeutender, dreizipfliger Kelch (*k*), hinter ihm eine dreiblättrige, nicht farbige, kelchähnliche Krone (*p*). Aus dieser wächst aber eine prachtvolle, grosse, rosarot gefärbte Krone (*s, l*), welche den drei, corollinisch umgewandelten und zusammengewachsenen Staubblättern entspricht (von sechs Staubblättern ist nur eins entwickelt). Eine ähnlich eingerichtete Blüte hat auch die Gattung *Costus*. Ebenso verhält sich die Familie der Marantaceen (S. 900).

Die so umgewandelte und zygomorph angepasste Blüte kann sehr kompliziert werden, wie wir dies auf der beifolgenden Federzeichnung der Art *Hedychium Gardnerianum* sehen (Fig. 560). Ich hatte Gelegenheit, diese Pflanze in lebendem Zustande zu untersuchen. An dem unterständigen Fruchtknoten (*m*) erblicken wir den röhrenförmigen Kelch (*k*), aus welchem die drei bandförmige Zipfel (*p*) tragende Kronröhre (*q*) hervorragt. Zwischen den Kronzipfeln entspringt das kronblattartige Labellum (*l*) und stehen zwei Kronblättchen (*s*) — beides umgewandelte Staubblätter. Die Ansicht Lestiboudois' (1841), Payers, Baillons und Eichlers, dass das genannte Labellum zwei zusammengeflossenen Staminodien des inneren Kreises, zu welchem noch das entwickelte Staubblatt (*t*) gehören soll, entspreche und dass beide Kronblättchen (*s*) Staminodien des äusseren Kreises darstellen, in welchem angeblich das dritte Staubblatt ganz abortiert sein soll, ist vollständig unzutreffend. Dagegen ist die Anschauung R. Browns richtig, nach welcher das Labellum einem Staubblatte des äusseren Kreises, in welchen auch beide (*s*) gehören, entspreche, während das entwickelte Staubblatt (*t*) dem inneren Kreise angehöre, von dem sich zwei Staubblätter in kleine Nektarien (*n*) umgewandelt haben. Man kann hier deutlich sehen, dass faktisch das Labellum und die beiden (*s*) mit den Kronblattzipfeln (*p*) alternieren und dass beide (*s*) mit ihren Basen den Staubfaden umfassen! Dem entsprechend erhalten wir ein durchaus richtiges Blütendiagramm der genannten Pflanzenart, wie es in Fig. 560 ausgeführt ist. Auch die oben angeführte *Cienkowskia* hat eine staminodiale, aus dem Zusammenwachsen des Labellums und der beiden Staminodien (*s* + *l*) entstandene Krone

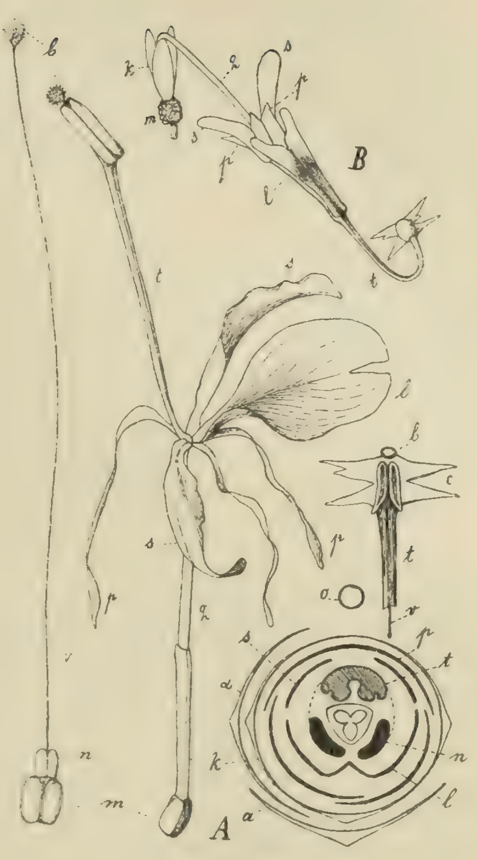


Fig. 560. *A*) **Hedychium Gardnerianum**, *B*) **Globba marantina**; *m*) Fruchtknoten, *n*) Nektarium, *b*) Narbe, *a*) Stützblatt, *α*) Vorblatt, *k*) äusser. Perigon, *p*) inner. Perigon, *l*) Labellum, *s*) Staminodien, *t*) Staubfadenröhre, durch welche der Griffel läuft (*v*), *q*) Röhre des inneren Perigons, *o*) Mutterachse, *c*) blattartige Anhängsel des Konnektivs. (Original.)

Eine Plastik von noch grösserer Sonderbarkeit nimmt die Blüte der *Globba marantina* aus derselben Familie an (Fig. 560). Hier wächst die Krone ebenfalls zu einer langen, heruntergebeugten Röhre zusammen, das Labellum (*l*) ist an den röhrenförmigen Faden des fertilen Staubblatts (*t*) angewachsen. Das bizarre Aussehen der Blüte wird noch dadurch erhöht, dass das Konnektiv des Staubblatts in vier flache Zipfel aufwächst.

Als Beispiel aus einer anderen Verwandtschaft (Ochnaceae) führen wir die brasilianische Art *Sauvagesia rosacea* Gilg (Taf. VII, Fig. 1—3) an. Hier haben wir eine choripetale fünfzählige Blüte mit einem grünen Kelche und einer fünfblättrigen Krone (*b*). Hinter derselben folgen fünf Bündel verkümmerter Staminodien (*s*), welche in fünf flache, rosige, einer Krone vollkommen ähnliche, fünf fertile Staubblätter einhüllende Blättchen umgewandelt sind. Hier haben wir also eigentlich zwei Kronen, eine wahre und eine unechte.

Und noch ein Beispiel hat man in der Familie der Rutaceen an den Blüten von *Philotheca ericoides* F. M. (Austral. Fig. 2, Taf. VIII), wo der Kreis der fertilen Staubblätter und die Staminodien zu einer langen, aus der eigentlichen Krone herausragenden, mit purpurroten Haaren besetzten Röhre zusammengewachsen sind, so dass das Ganze den Eindruck macht, als ob oberhalb des Kelchs zwei Kronen sich befinden würden.

Die Gestalt des Kelchs zeigt im ganzen keine so grosse Mannigfaltigkeit, wie die Krone. Die Ursache davon ist die, dass er keinen solchen Grad der Metamorphose erreicht, wie die Krone und dass er lediglich eine mechanische Funktion hat, indem er als feste, äussere Hülle dient. Deshalb sind seine Blättchen stets fester, häufig lederartig und mehr oder weniger grün. Dort allerdings, wo er die Krone ersetzt, ist er so wie diese gestaltet und gefärbt. Und solche Fälle finden wir bei den Angiospermen häufig. Einige Beispiele mögen als Beleg dafür dienen. Die Gattung *Polygala* besitzt fünf ungleich grosse und ungleich entwickelte Kelchblätter, von denen zwei (Fig. 23, Taf. VIII) wie zwei farbige Flügel vergrössert sind. *Impatiens noli tangere* (Fig. 22, Taf. VIII) hat fünf ungleich grosse Kelchblätter, von denen zwei gänzlich abortiert zu sein pflegen, zwei sind klein und eines (in der Mediane stehendes) ist wie ein corollinisch gefärbter und mit dem Ende rückwärts gebogener Sporn entwickelt. Die Kronlippe ist aus zwei Blättchen gebildet, welche aber aus zwei zusammengewachsen sind und hängt sowie der Sporn herab, obzwar sie ursprünglich eine obere Stellung einnimmt. Eine noch mehr bizarre Form nimmt die Blüte der Art *I. Roylei* Walp. (Taf. VIII, Fig. 21) an, wo das gespornte Kelchblatt wie ein aufgeblasener, rosarot gefärbter, am Ende mit einem dünnen Schwänzchen versehener und von der übrigen Blüte abgeteilter Ballon aussieht. Die ganze Blüte hängt horizontal an einem dünnen Stiele.

Petraea arborea HBK. (Verben., Mexiko) hat einen grossen Kelch (Taf. IX, Fig. 25), welcher schön himmelblau gefärbt ist, während die Krone verhältnismässig kleine Dimensionen erreicht. Eine andere Verbenacee aus dem Himalaya, *Holmskioldia sanguinea* Retz zeigt den Kelch in einen breiten, purpurrot gefärbten Kragen umgewandelt (Fig. 561). Der kronblattartig gefärbte und vergrösserte Kelch bei der Gattung *Hydrangea* ist allgemein bekannt. *Calluna* und einige südafrikanische Arten der Gattung *Erica* besitzen einen corollinisch gefärbten grossen Kelch, während die unbedeutende Krone ganz im Kelche verborgen ist. Die australische Pflanze *Guichenotia sarotes* Bnth. (Stercul.) hat gleichfalls einen kronblattförmigen Kelch mit einer, aus fünf unscheinbaren Blättchen bestehenden Krone. Ähnliches finden wir bei der Gattung *Molucella* u. s. w.

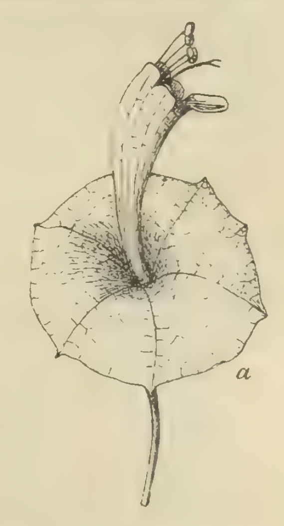


Fig. 561. **Holmskioldia sanguinea** R., Blüte in natürlicher Grösse, mit corollinischem Kelche (*a*). (Original.)

Eine sehr bemerkenswerte Erscheinung dieser Art sind einige holzige Gattungen der Familie der *Rubiaceen* (Calycophyllum, Warszewiczia u. a.), welche an den Zweigen eine reiche, aus kleinen Blüten zusammengesetzte, cymöse Inflorescenz entwickeln. Die Kronen sind verhältnismässig klein und unscheinbar. Es trägt nun eine Blüte jedes Büschels am Kelche ein grosses, gestieltes, geadertes, feurig purpurn gefärbtes Blatt (Fig. 562). In der ganzen Inflorescenz gibt es also einige solcher Blätter. Es ist dies ein, in ein farbiges Blatt umgewandelter Kelchzipfel. Diese Umänderung ist auch in morphologischer Beziehung bemerkenswert, denn wir sehen da, dass der unbedeutende Kelchzipfel plötzlich seine ursprüngliche Gestalt wieder annimmt — nämlich die eines flachen, gestielten Blatts. Die Art *Pentaloncha humilis* Hook. f. (Afr.) hat nicht bloss einen, sondern gar fünf solcher Zipfel ausgebildet (Hook. Icon. 2326).



Fig. 562. **Calycophyllum candidissimum DC. Blütenstand mit corollinisch entwickeltem Kelchzahne an einigen Blüten. (Nach Schumann.)**

Caesalpinia Bahamensis Lam., *Cassia biflora* L. und andere Arten aus der Familie Caesalpiniaceae haben ihren kurz glockigen Kelch ganz sonderbar ausgebildet. Der fünfte, in die Mediane gestellte Zipfel ähnelt durch seine Grösse und kahnförmige Form einem Helm, welcher in der Jugend die ganze Blüte deckt. Er ist corollinisch gefärbt und versieht eigentlich die Funktion der Krone, deren unscheinbare Blättchen sich in der Kelchröhre verbergen.

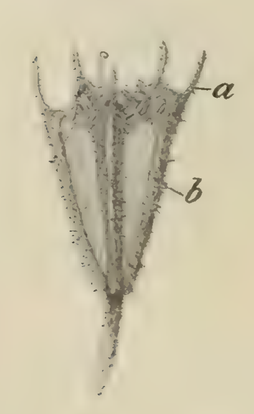


Fig. 563. **Triumfetta pilosa**, *a*) gespornte Kelchblätter, *b*) Petala. Schwach vergrössert. (Original.)

Die Kelchblätter können untereinander frei oder mehr oder weniger röhrenförmig zusammengewachsen sein. An dem röhrenförmigen Kelche sind die Zipfel verschieden lang zugespitzt, aber gewöhnlich kurz. Hie und da bemerken wir eine Kelchform, wie dieselbe in der Abbildung der Art *Triumfetta pilosa* Rth. dargestellt ist (Fig. 563). Das Ende der Kelchblätter oder Kelchzipfel ist kappenförmig ausgehöhlt, stumpf, aber unterhalb dieses Endes mit einer harten, grünen, kräutigen Spitze versehen. Diese Spitze ist der eigentliche Abschluss des Kelchblättchens, während die Kappe ein, den Ligulen an den Vegetativblättern analoges Organ vorstellt. Es wiederholt sich also hier die Gliederung des Blatts. *Gymnocarpon fruticosum* Pers. (Paron., Sahara) hat die Sepala ganz ähnlich geformt. *Gentiana frigida* Hke zeigt in dieser Richtung noch einen weiteren Schritt, denn hier ist der röhrenförmige Kelch am Ende gerade abgestutzt und tief unter der Mündung stehen grüne, lineale Dorsalspitzen ab.



Fig. 564. **Enallagma cucurbitina**, die Corolle ist in einen fleischigen, massiven Kelch eingeschlossen. (Original.)

Die Kelche der Gattung *Belmontia* (Gentian.) sind breit herzförmig und am Rücken mit einem hervorstehenden, grünen, laubblattartigen Kiele versehen — eine Erscheinung, welche auch bei anderen Gattungen in anderen Familien sich wiederholt.

Einen merkwürdig metamorphosierten Kelch hat *Enallagma cucurbitina* Baill. (Bignon.) entwickelt. Hier ist der Kelch zu einem vollkommen kugelförmigen, glatten, fleischigen Gebilde zusammengewachsen, welches keine Spur von irgendwelchen Kelchzähnen aufweist (Fig. 564). Die innen verborgene, röhrenförmige

Krone zerreisst schliesslich unregelmässig den kugelförmigen Panzer und tritt hervor. Einen in ähnlicher Weise sich abreissenden, ganzen Kelch besitzt die Myrtacee *Mitranthes Langsdorffii* Berg.

Das Verschwinden der Kelchzipfel zeigt sich auch an solchen Formen, welche glockenförmig und gerade abgestutzt sind. Schon auf S. 870 war hievon die Rede. An *Bombax mexicana* Hmsl. ist dieser abgestutzte, glockenförmige Kelch rippenlos und ganz glatt, so dass die Autoren, welche die Organe so auslegen wollen, wie sie dieselben in jedem Falle sehen, hier sagen müssten, dass es eine Achsencupula sei. Aber bei anderen Arten derselben Gattung finden wir schon fünf kleine Zähnchen am Rande, woraus wir bei der vorher genannten Art schliessen müssen, dass sie auch dort enthalten sind, obzwar wir sie nicht sehen. Ähnliche Beispiele bietet uns *Thespesia populnea* Cav., *Brachistes Esmintlensis* Coult., sowie manche Melastomaceen und Rubiaceen. Auch der Kelch der gemeinen Heidelbeere zeigt sich uns als ganzrandige Manschette.

Ungewöhnliche Kelche weisen ferner einige australische Arten der Myrtaceen auf. Die umgekehrt eiförmigen Kelchblätter der Gattung *Calythrix* laufen in eine ungemein lange, abstehende Granne aus (Taf. VIII, Fig. 8). Welche biologische Bedeutung dieses sonderbare Organ hat, vermag ich nicht zu sagen. Die Blüten der Gattung *Verticordia* prangen in feurigen Farben und gehören zu den vorzüglichsten Merkwürdigkeiten der australischen Flora. Die Kelchblätter sind vorerst in zwei Teile geteilt, welche in lange Grannen auslaufen (Taf. VII, Fig. 9—12). Aber auch das ganze Blättchen ist noch in eine Menge von verzweigten Grannen geteilt, so dass die Blüte in feine Fasern eingehüllt ist. Auch zwischen den Kelchzipfeln befinden sich Stipularanhängsel (*s*), welche herabstehen und ebenfalls in ähnlicher Weise zerschlitzt erscheinen. In der Jugend ist die ganze Blüte in zwei scheidige Klappen eingehüllt (α, β), welche zuletzt abfallen. Es ist übrigens eine bei den australischen Blüten häufige Erscheinung, dass die Brakteen (α, β) die Funktion des eigentlichen Kelchs verrichten. Auch bei der Gattung *Pileanthus* sind sie ausgebildet, hier hüllen sie aber das Receptaculum nur zur Hälfte ein (Taf. VII, Fig. 8). Der Kelch ragt aus dieser Hülle heraus und ein jeder Zipfel desselben ist in zwei Lappen geteilt, welche Teilung an jene bei der Gattung *Verticordia* erinnert und dem Dédoublement der Staubblätter entspricht. Der Pappus der Compositen, Valerianen u. a. muss ebenfalls als Kelchdédoublement aufgefasst werden. Der Kelch ist gelb gefärbt und die Krone rot.

Der Kelch der Labiate *Peltodon radicans* Pohl (Brasil., Fig. 12, Taf. VI) ist röhrig mit fünf Spitzen an der Mündung. Jede Spitze verbreitert sich aber in einen flachen Schild. Dasselbe kommt auch bei der australischen Umbellifere *Pentapeltis silvatica* Domin (Taf. IX, Fig. 6) vor, welche 5 angedrückte Schildchen am Ende des Receptaculums trägt. Die Schildchen sind mittels eines dünnen Stielchens dort eingefügt, wo ander-

wärts kleine Kelchzähne stehen. Beide eben beschriebenen Fälle, ebenso wie die vorher erwähnten Rubiaceen zeigen, dass die mit Nägeln versehenen und an dem Receptaculum eingefügten Kronblätter bloss als Abschluss der eigentlichen, in der Wand des Receptaculums enthaltenen Petalenbasen anzusehen sind.

Die Gestalt der Blumenkrone durch irgend eine allgemeine Beschreibung erschöpfen zu wollen, wäre ein vergebliches Bestreben. Mit der Gestaltung der Krone und ihrem Verhältnisse zu den übrigen Blütenteilen kann sich ebensowohl der Morpholog, als der Systematiker, Philosoph und Biolog befassen. Durch die Form und Färbung der Blumenkrone spricht »die Seele« der Pflanze zu uns am beredtsten. Von morphologischem Standpunkte ist der Blumenkronenkreis aus mehreren Phyllomen zusammengesetzt, welche — entweder frei oder zusammen verwachsen — die mannigfaltigsten Formen annehmen. Die Änderungen der Corollenform scheinen nicht durch eine lange Entwicklungsperiode bedingt zu sein, denn alle Umstände weisen auf eine leichte und rasche Variation dieser Formen hin. Dies wird auch durch den Blütendimorphismus bestätigt, mit welchem wir uns weiter unten noch beschäftigen werden. Eine weitere Bestätigung unserer eben ausgesprochenen Ansicht liegt auch in dem Umstande, dass die Krone in einer und derselben Familie die extremsten Formen anzunehmen vermag und zwar aus biologischen, morphologischen (Lage in der Inflorescenz) oder endlich aus ganz unbekannten Ursachen. Als Beispiel führen wir hier zwei Serien aus den überaus grossen Familien der *Compositen* und *Leguminosen* an, welche über die ganze Erde verbreitet sind und von denen wir annehmen müssen, dass sie ursprünglich aus einer Gattung entstanden sind. Bei beiden ist die Sache desto bemerkenswerter, weil die Vegetativorgane und häufig auch die übrigen Blütenbestandteile im ganzen permanent sind. Bei den Compositen war die ursprüngliche Form gewiss die röhrenförmige, aktinomorphe, fünfzipflige, wie wir sie in Fig. 565 sehen. Bei den Leguminosen war die ursprüngliche Form röhrenförmig, wie sie uns die Mimoseen vorstellen (Fig. 565). Allerdings ist es nicht ausgeschlossen, dass auch der regelmässige Typus der Caesalpinieen einem zweiten Zweige Entstehung verleihen konnte, dessen Extrem die Blüte der Papilionaceen geworden ist.

Welche unendliche Verschiedenartigkeit und schöpferische Energie die Pflanze in der Ausgestaltung der Blüte und insbesondere des Perigons und speziell der Krone entwickeln kann, sehen wir an der Familie der *Orchidaceen*. Hier ist das Perigon in seiner Grundlage aus sechs Phyllomen zusammengesetzt, welche sich gewöhnlich in zwei Kreise differenzieren, von denen der äussere mehr dem Kelche und der innere mehr der Krone ähnlich ist. Und diese sechs Perigonialblätter haben alle die tausende von herrlichen Formen der Orchideenblüten hervorgezaubert. Das Bizarre dieser Blüten lässt sich nicht einmal annähernd beschreiben,

nur als besonders exquisite Beispiele haben wir die Abbildungen von *Cypripedium*, *Phalaenopsis*, *Huttonea* und *Stanhopea* (Taf. VI, 14, Taf. VII, 6, Taf. VIII, 26) ausgewählt.

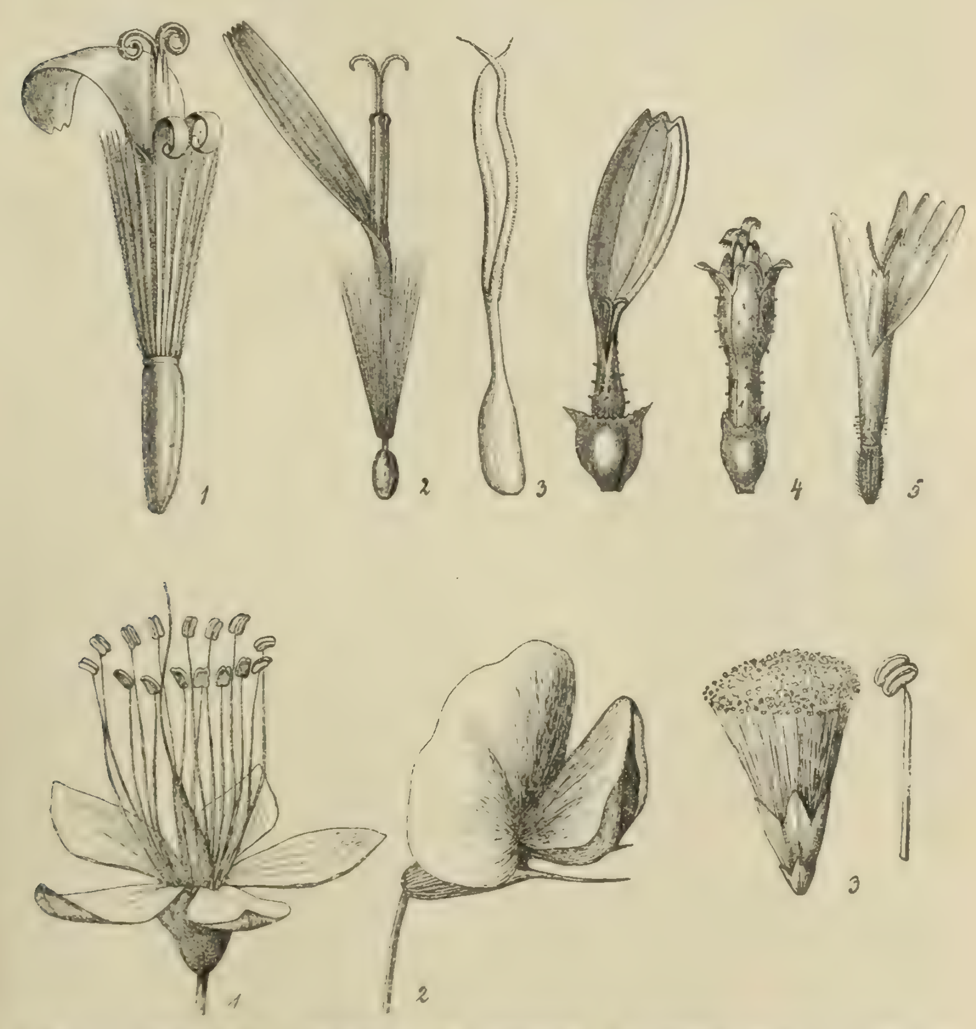


Fig. 565. Beispiele von Variationen der Blütenplastik in derselben Familie. Oben die Familie Compositae: 1) **Nassauvia spicata**, 2) **Lactuca virosa**, 3) **Xanthium orientale**, 4) **Anacyclus officinarum**, 5) **Nanothamnus sericeus** (nach Engler und Luerssen). Unten die Familie Leguminosae: 1) **Campsiandra comosa** (nach Baill.), 2) **Lathyrus odoratus**, 3) **Acacia filicina** (Original).

Die sackförmige Lippe des oben erwähnten Cypripediums entstand durch Umbiegung der Ränder eines Perigonalblatts. Wie es schon gewöhnlich zu sein pflegt, kommt dieses morphologische Motiv auch in einer ganz anderen Verwandtschaft vor. Die Gattung *Calceolaria* (Scrophul., Taf. VI, Fig. 21, 22) besitzt nämlich eine gamopetale zweilippige Krone.

Die Oberlippe ist ausgehöhlt, im Umrisse hufeisenförmig. Der obere Rand wölbt sich herunter. Die untere, sackförmige Lippe ist infolge der Umbiegung des Randes aufwärtsstehend. Die Oberlippe entspricht zwei, die Unterlippe drei Zipfeln. Staubblätter gibt es da zwei, Kelchzipfel vier.

Als besonderer Fall der Kronbildung kann die Gattung *Strophanthus* aus der Familie der Apocynaceen (Tafel VI, Fig. 1) dienen. Die Zipfel der röhrenförmig verengerten Krone sind nämlich zu überaus langen Fäden verlängert, welche anfangs aufwärts gerichtet sind, dann aber abstehen, zuletzt heruntergebeugt sind. Hinter den Zipfeln stehen stets zwei kleine Höcker, welche ähnlich gefärbt sind, wie das Innere der Krone. Es sind dies paracorollinische Gebilde.



Fig. 565a. **Trichosacme lanata** Zuc. Blüte mit schwanzartigen Anhängseln an den Kronenzipfeln. (Nach Schumann.)

Ebenso wie *Strophanthus* hat auch *Trichosacme lanata* Zucc. aus der verwandten Familie der Asclepiadaceen (Fig. 565a) an den Petalen lange, schwanzförmige, mit dichten Haaren bewachsene Anhängsel.

Im entgegengesetzten Extrem sind die Zipfel der lang röhrenförmigen Krone der Art *Corynanthe pachyceras* (Rubiac., Kamerun, Fig. 15, Taf. VI) ausgebildet. Sie sind verdickt und bilden vollkommene, massive Kugeln, wodurch die ganze Blüte einen ganz ungewöhnlichen Habitus erhält. Im vorigen ebenso wie in diesem Falle würden wir vergeblich der biologischen Bedeutung der beschriebenen Organe nachforschen. Die Blüten sind in dichte Köpfchen und diese in eine zusammengesetzte, verzweigte Inflorescenz disponiert.

Prachtvolle Formen von Blumenkronen finden wir auch bei den exotischen Arten der Gattung *Ceropegia* (Asclep., Fig. 23, Taf. IX). Die Blüten der Gattung *Acanthus* (Taf. IX, Fig. 20—22) sind mit einer sonderbaren Krone ausgestattet, wobei auch der Kelch eine Hilfsrolle spielt. Hinter einer farblosen Braktee sitzt die zygomorphe, grosse Blüte. Der Kelch ist zweilippig und die Oberlippe wie eine grosse, die Blüte oben deckende, kronblattartig gefärbte Deckplatte gestaltet. Die Unterlippe ist kleiner, zweizipflig, 2 kleine Zipfel (*o*) deckend. Die Krone ist ursprünglich zweilippig, weil aber die Funktion der Oberlippe von dem oberen Kelchzipfel übernommen wurde, so verkümmerte die Oberlippe und präsentiert sich dieselbe als eine gerade abgestutzte, kurze Röhre. Diese Form erinnert an die Gattung *Teucrium* (S. 898).

Ayenia magna L. (Stercul., Ind. Occid., Taf. VI, Fig. 2, 3) ist durch Blüten ausgezeichnet, deren Verständnis auf den ersten Blick fast schwierig ist. Der Kelch (*a*) ist aus fünf freien, geaderten Blättchen zusammengesetzt. In der Mitte derselben wächst eine aus der Staubblattröhre (*d*) gebildete,

gerade Säule empor, durch welche das lange Gynophor (*e*) hindurchgeht. Die Petala sind hier keilförmig, dick, fleischig, purpurrot gefärbt, von aussen mit Sternhaaren besetzt und an beiden Enden ausgeschnitten; in den ersten Ausschnitt fallen die Fäden der auf drei vermehrten, herabgebogenen Antheren hinein, in den zweiten Ausschnitt ist ein überaus langer, bogenförmiger, purpurroter Faden (*c*) — ein Kronblattnagel — eingefügt! Die Staubblätter alternieren mit kurzen Staminodien (*g*). Das Ganze hat das Aussehen von zwei Stockwerken obereinander, von denen das höher gelegene durch purpurrote Federn (*c*) gestützt ist. Hier haben wir also extrem ausgestaltete Kronblattnägel.

Dass die Petala sich häufig in einen dünnen unterschiedlich langen Stiel (Nagel, unguis) verschmälern, ist allgemein bekannt (Dianthus, Lagerstroemia, Fragaria u. a.).

Die Petala teilen sich manchmal auch in eine diverse Anzahl von Abschnitten (Dianthus superbus u. a.). In dem einfachsten Falle erfolgt eine Teilung in zwei Lappen, was bei manchen *Stellarien* (Fig. 13, Taf. IX) so weit geht, dass das Petalum bis zur Basis in zwei lineale Blättchen zerschlitzt ist. Etwas ähnliches kommt bei einigen Cruciferen (Berteroa) vor.

Dass die Kronen der zygomorphen Blüten zweilippig sind, haben wir schon in dem Kapitel über die Zygomorphie auseinandergesetzt. Beide Lippen haben die mannigfaltigste Form. Als besonderes Beispiel führen wir die *Collinsia bicolor* (Scrophul., Fig. 4, 5, Taf. VII) an. Die Oberlippe ist viereckig, tief ausgeschnitten, die Unterlippe in drei Lappen geteilt, aber der mittlere Lappen ist derart zusammengelegt, dass die beiden Seitenlappen sich aneinander legen, indem sie so scheinbar eine einzige einfache Lippe bilden. Unterhalb derselben aber läuft ein Sack, in welchem vier Staubblätter und der Griffel verborgen sind. Wenn ein Insekt in die Röhre gelangen will, so biegt es die Unterlippe herunter, worauf aus dem Sacke die Staubblätter herausspringen und den Leib des Insekts bestauben — also eine ähnliche Einrichtung, wie z. B. bei der Gattung *Corydalis*.

Eine besondere Form der zweilippigen Krone ist die maskierte (personata), wie wir dieselbe bei der Gattung *Linaria* (Fig. 18, Taf. VI), *Antirrhinum*, *Utricularia* u. a. finden. Hier ist die Unterlippe aufgetrieben und eng an die Oberlippe angedrückt, aber mit Hilfe von Gelenken leicht zu öffnen.

Mit der Zygomorphie hängt gewöhnlich die Ausgestaltung des Sporns an der Unterlippe der Krone zusammen. Dieser Sporn ist ein Reservoir für den Nektar, den die Insekten von hier aussaugen. Manchmal ist ein solcher Sporn bis einige *cm* lang (Angraecum, Disa Draconis Sw. u. a.) und kann derselbe nur mit Hilfe der sehr langen Saugrüssel der Abend- und Nachtfalter oder Kolibris entleert werden.

Auf diese Kopulationsvermittler sind auch die Blüten mit langen Kronenröhren angewiesen. Einige gamopetale Corollen haben bis viele *cm* lange, dünne Röhren, an der Mündung mit auseinandergebreiteten Zipfeln versehen. Beispiele: *Clerodendron Baronianum* Oliv. (Madagask.), *Ixora siphonantha* Oliv. (Madagask., bis 20 *cm*), *Macrosiphonia longiflora* (Brasil.), *Lindenia vitiensis* Sum., *L. rivalis* Bnth., *Oenothera marginata* (Amer., 16 *cm*), *Nicotiana affinis* Hort. (Amer.), *Loranthus macranthus* Hook. (Ecuad.), *Mirabilis longiflora* L. (Mex.) und viele andere.



Fig. 566. **Xylopia Ulei**, Blüte in natürlicher Grösse, mit holzigen Kronblättern, rechts zahlreiche Stamina rings um den Fruchtknoten. (Original.)

Die Konsistenz der Blumenkrone ist meistenteils zart, häutig, selten fleischig oder lederartig. Sonderbar sind in dieser Beziehung die Corollen vieler *Anonaceen* (siehe die Fig. 566 der Gattung *Xylopia*) ausgestaltet. Hinter einem glockenförmigen, kurzen, lederartigen Kelche treten sechs dicke, holzige Kronblätter hervor, welche eher das Aussehen von Klappen einer holzigen Kapsel haben. Hie und da kommt zwar eine von dem Kelche differenzierte Krone vor, allein die Blättchen derselben sind nur am Rande häutig und gefärbt, während der mittlere Streifen krautig und grün bleibt (*Thysanotus pauciflorus* R. Br., Liliac., Fig. 2, Taf. IX, viele Goodeniaceen).

Alles, was bisher bezüglich der Blumenkrone auseinandergesetzt wurde, gilt auch von dem einfachen corollinisch gefärbten und entwickelten Perigon. Als Beispiel führen wir die prachtvoll gefärbten und häufig überaus grossen Perigone mancher Arten der Gattung *Aristolochia* (Fig. 567) an.

Die Oberfläche der Krone ist gewöhnlich kahl, manchmal aber auch fein behaart (*Hoya carnosa*). In den xerophilen Floren verschiedener Länder (Australien, Chili, Cap, Orient, Sahara) begegnen wir häufig Blüten, welche mit einer dichten, weissen Wolle bedeckt sind, so dass das Ganze wie ein weisser Zylinder oder eine weisse Kugel aussieht, aus welcher nur die Mündung der gefärbten Krone hervorlugt. Ein ähnliches Beispiel sehen wir an dem abgebildeten *Leucopogon* aus Australien (Fig. 568). Aber wir können noch viele ähnliche Beispiele aus verschiedenen Familien anführen: Mallophora globifera Enl., Newcastlya, Lachnostachys (Verben.), Tribonanthes longipetala Lndl., Conostylis aurea Lindl., Dampieria luteiflora F. M., Anthotroche pannosa Endl., Lanaria plumosa Ait., viele Arten der Ericaceen vom Cap (E. lasiocephala Kl., E. capitata L., E. bruniades L.). Interessant sind in dieser Beziehung die Blüten der Gattung *Grubbia*. Sie sind klein, in Achseldichasien, in der Jugend in lederige Vorblätter eingehüllt, etwa so wie die Blütenknospen von Salix

Capraea. Die glatten, dunkeln Vorblätter öffnen sich zur Blütezeit und die in blendend weisse Wolle gekleideten Blüten treten hervor. Hier sind also die Blüten durch zwei Hüllen geschützt, wovon eine jede — der Saison entsprechend — anders adaptiert ist. Eine ganz ähnliche Art der Ein-



Fig. 567. **Aristolochia ringens.** (Nach Baillon.)

hüllung kommt auch bei vielen australischen Myrtaceen vor. Die wollene Hülle der Blüten dient nicht als Schmuck oder Lockmittel für die Insekten, sondern als Schutz vor allzu grosser Insolation und Verdunstung. Es ist dies dieselbe Erscheinung, welche bei xerophilen Pflanzen überhaupt an deren Blättern und Stengeln verbreitet ist.

Was die Färbung der Blumenkrone anbelangt, so ist es allerdings unmöglich alle Einzelnheiten aufzuzählen. Übrigens werden wir dieses Thema noch in dem nächsten Kapitel besprechen. Die Farbe der Krone kann jede nur denkbare — mit alleiniger Ausnahme der schwarzen — sein. Fast schwarze Kronen (Nonnea pulla) sind immer nur tief purpurn oder anders gefärbt. Selten sind auch grüne Blumen (Gonolobus uniflorus, Helleborus, Jacquinia smaragdina), was mit Rücksicht auf die Zweckdienlichkeit der Blumenkrone leicht begreiflich ist. Weisse Kronblätter kommen hauptsächlich an Blüten vor, welche sich in der Nacht öffnen (Nicotiana affinis), aber auch an Tagblüten (Leucanthemum, Philadelphus, Pirus u. a.).



Fig. 568. **Leucopogon incanum** M., die Blüten in weissen Filz eingehüllt. (Original.)

Manche Pflanzenarten sind in den Blüten stets gleich gefärbt, andere wieder, selbst an demselben Standorte, zeigen eine mannigfache Färbung. Als schönes Beispiel führen wir in dieser Beziehung *Gilia aurea* an, welche bald goldige, bald rote, weisse, hellgelbe, violette, orangerote etc. Blüten besitzt. Es ist auch bekannt, dass viele Gattungen durch stets gleiche Blütenfarbe charakterisiert sind, was von Farbkörpern in dem Gewebe oder von chemischen, im Gewebe der Krone gelösten Stoffen – also von einem anatomischen Merkmal – herrührt.

Eine besondere Aufmerksamkeit verdient die verschiedene Färbung der Blumenkrone an der Ober- und Unterseite. Die Unterseite ist allerdings gewöhnlich blässer oder verwischt gefärbt, aber manchmal geschieht es, dass auch diese Seite ziemlich lebhaft gefärbt ist und zwar in einer ganz anderen Farbe als die Oberseite. So sind viele orientalischen Arten der Gattung *Dianthus* unterseits gelb und oberseits rot gefärbt. Einige Eriken vom Cap (E. mundula Andr., E. Irbyana Andr.) sind oberseits rot und innen rein weiss gefärbt.

Einige Kronen machen im Verlaufe ihrer Entwicklung eine ganze Skala von Farben durch, was deutlich von der Veränderung der in dem Gewebe der Krone befindlichen chemischen Stoffe herrührt. *Myosotis versicolor* ist in der ersten Jugend weiss, dann gelblich, später rötlich und zuletzt blau. *Lithospermum purpureo-coeruleum* ist vorerst rot, zuletzt azurblau. *Arnebia echioides* (Boragin.) hat an ihren gelben Blumenkronen fünf grosse, dunkelbraune Flecken, welche im Alter verblassen und schliesslich

ganz verschwinden. *Mina lobata* (Convolv.) besitzt zuerst dunkelpurpurne Blüten, welche beim Aufblühen zinnoberrot, zur Zeit der vollen Blüte gelb und schliesslich weiss werden. *Cobaea scandens* hat in der Jugend weissliche, dann aber blaue Blüten. *Lantana* (Verben.) hat in ihren dichten Köpfchen anfangs gelbe Blüten, welche dann allmählich purpurrot werden. *Aster Drummondii* Lndl. hat in der Jugend weisse, zum Schlusse aber purpurne Blüten.

Manchmal treten an Stelle der farbigen Blumenkrone lebhaft gefärbte Staubblätter, welche in einem solchen Falle sehr verlängerte Staubfäden aufweisen. Bekannt ist in dieser Beziehung die feurig gefärbte Inflorescenz der Myrtaceen *Callistemon, Melaleuca* und *Beaufortia,* welche dann eine nur unbedeutende und verkümmerte Krone zeigen. Ein schönes Beispiel bietet uns da die verwandte und gleichfalls australische Art *Calothamnus blepharantherus* F. M. (Taf. VII, Fig. 7), welche feurig purpurrote, zu einer langen, vorn zerschlitzten und eine Blumenkrone getreu nachahmenden Röhre verwachsene Staubfäden hat. Die Petala selbst (*c*) sind klein, braun, lederartig, dem Kelche (*b*) ganz ähnlich. Auch verschiedene Arten der *Mimoseen* und *Caesalpinieen* (Acacia, Mimosa, Parkia u. a.) prangen in prachtvollen Farben nur mit Hilfe unzähliger Staubfäden in den dichten Inflorescenzen. Besonders schöne Blüten findet man da an *Caesalpinia pulcherrima* Sw. und *Calliandra leptopetala* Fourn. Eine überraschende Tatsache ist die, dass manchmal auch solche Staubblätter ihre Farbe ebenso wie die Kronen ändern. So hat die australische *Calycothrix strigosa* Cn. die Staub- und Staminodienfäden zuerst gelb, später aber purpurrot!

Kronblattartig gefärbt können auch die Brakteen in der Inflorescenz sein, wo sie dann denselben biologischen Dienst verrichten, wie die Blumenkronen. Ein allgemein bekanntes Beispiel bietet uns in dieser Beziehung das *Melampyrum nemorosum*, in Amerika *Castilleja glandulosa* und *hirsuta*, im Mittelmeergebiete *Lavandula Stoechas* und *Salvia Horminum*, endlich in Südafrika *Ocymum Wilmsii* Gu. Auf der Taf. IX, Fig. 4, 5 sind zwei Beispiele an der Gattung *Bougainvillea* (Nyctag., Amer.) abgebildet, wo drei verhältnismässig kleine Blüten von drei violett gefärbten, grossen Brakteen unterstützt werden und an der Gattung *Loeselia* (Polemon., Amer.), wo eine Blüte von häutigen, zierlich geaderten Brakteen unterstützt ist. Aber auch anderwärts finden wir gefärbte Brakteen, besonders dort, wo die Inflorescenz eine Analogie der einfachen Blüte vorstellt (S. 837). Bekannt sind z. B. einige Arten der Compositen (Xeranthemum, Helichrysum u. s. w.) oder *Cornus florida* u. s. w. In solchen Fällen pflegt die Krone stets unbedeutend zu sein. Anschaulich lässt sich dieses Verhältnis bei einigen *Convolvulaceen* verfolgen, wo die Krone gewöhnlich gross, schön gefärbt, der Kelch klein und grün ist (*Convolvulus tricolor* u. a.). Bei den Gattungen *Neuropeltis* und *Prevostea* sind die Vorblätter (α, β) in grosse, farbige Flügel umgewandelt, in denen die verhältnismässig kleine Krone

verborgen ist. *Ipomaea bracteata* Cav. (Mexiko) trägt ihre Blüten in verlängerten, seitlichen Trauben am Stengel. Die, die Blüte stützende Braktee wächst dem Blütenstiele an und verwandelt sich in ein grosses, herzförmiges, schön rosarot gefärbtes Blumenblatt, in welchem verborgen die kleine Blüte mit unbedeutenden grünen Vorblättern (α, β) und einem ebenfalls unbedeutenden Kelch mit kleiner, rötlicher Krone sitzt. Also, was früher α, β war, stellen jetzt die Stützbrakteen vor.

In der tropischen Flora färben sich häufig nicht nur die Vorblätter und Brakteen feurig, sondern es prangen in herrlichen Farben auch ganze Inflorescenzen. So sehen wir das in der Familie der *Bromeliaceen*, bei vielen Arten der Gattung *Salvia*, bei vielen *Bignoniaceen* (Dolichandra cynanchoides Cham., Uruguay), *Melastomaceen* (Medinilla) u. a.

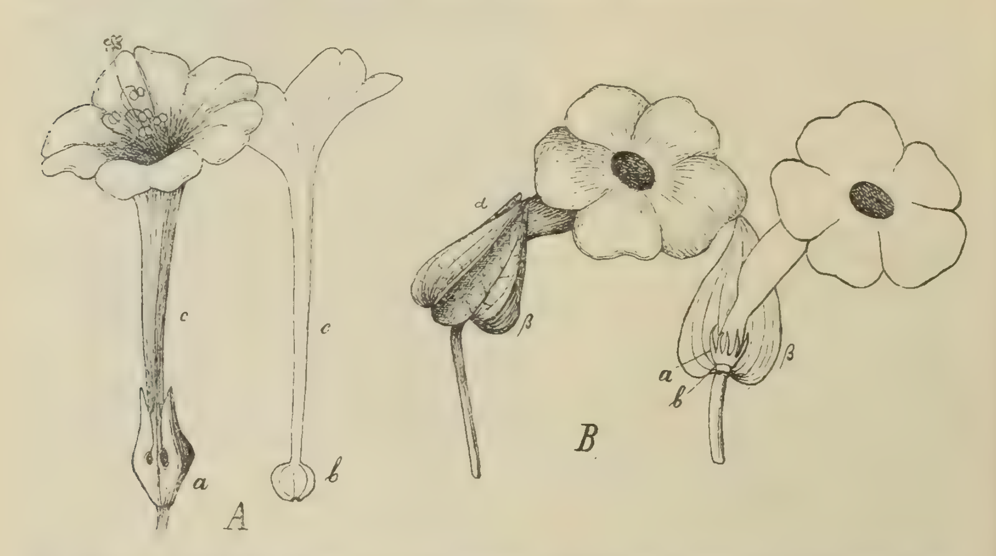


Fig. 569. *A*) **Mirabilis Jalapa**, *a*) scheinbarer Kelch (Involucrum), *c*) Perigonröhre, *b*) kugelig erweiterte Perigonbasis. *B*) **Thunbergia alata**, α, β) Vorblätter, *a*) Kelch. *b*) Blütenstiel. (Original.)

Schliesslich können auch die Antheren, Narben und Griffel durch ihre Färbung zur Dekoration der ganzen Blüte beitragen. Hiezu Beispiele anzuführen ist nicht notwendig.

Schon oben (S. 933) haben wir angeführt, dass die Vorblätter (α, β, γ . . . .) manchmal die ganze Blüte einhüllen und so den eigentlichen Kelch ersetzen. Solcher Fälle aus verschiedenen Familien könnten wir eine grosse Menge anführen. So sind viele Gattungen der *Caesalpiniaceen* (Berlinia, Creochiton, Amherstia u. a.) bekannt, bei denen die Brakteen (α, β) die junge Blüte wie zwei lederartige Klappen decken. Ein interessantes Beispiel haben wir an *Thunbergia alata* (Acanth., Fig. 569), wo die Brakteen (α, β) unterhalb der Blüte als grüner Kelch stehen, aus welchem die farbige Blumenkrone hervortritt. Hinter der Vorblatthülle

(Involucrum) erblicken wir aber erst den eigentlichen, in zahlreiche, lineale Zipfel geteilten, unbedeutenden Kelch (*a*). Das Involucrum und der Kelch sind hier noch durch einen Teil des Stiels (*b*) getrennt. Die Vertretung des Kelchs durch das Involucrum lässt sich hier durch keine Adaptation, sondern nur durch einen Zufall erklären, da das umgekehrte Verhältnis der Pflanze geradeso entsprechen würde.

Eine wunderbare Adaptation der Vorblatthülle als Kelch finden wir auch bei der Gattung *Mirabilis* (Fig. 569). Hier ist das einfache Perigon schön corollinisch gefärbt, fünfzipflig, allmählich zu einer langen Röhre zusammengewachsen. Dicht unter der Röhreninsertion sehen wir den glockenförmigen, grünen Kelch mit fünf Zipfeln, welche sich nach $^2/_5$ decken. Wer die so zusammengesetzte Blüte betrachtet, kann nicht im Zweifel darüber sein, dass er einen wahren Kelch nebst einer wahren Krone vor sich hat. Und dennoch ist dieser »Kelch« lediglich eine aus fünf Vorblättern bestehende Hülle, was am besten daraus erhellt, dass bei vielen Arten tatsächlich aus der Achsel einiger oder aller Zipfel weitere Blüten herauswachsen. So entspriessen bei *M. multiflora* A. Gr. rings um die Mittelblüte fünf Blüten. Auch die Entwicklungsfolge der Blüten richtet sich nach $^2/_5$ so, wie in der Vorblatthülle. Das corollinische Perigon fällt dann oberhalb der kugelförmig verbreiterten Basis ab, welche den Fruchtknoten und dann zur Zeit der Reife als harte Schale die innere, trockene Frucht einhüllt.

Hier sollten wir auch den Hüllkelch (das Involucrum) unterhalb des Kelchs der *Malvaceen* besprechen, aber dieses Thema werden wir erst in dem Aufsatze über die gegliederten Blüten durchnehmen, weil dort neuerdings davon Erwähnung geschehen muss. Einen am meisten abgeänderten Aussenkelch (Involucrum) haben wir in der Familie der *Dipsaceen*. Hier ist unterhalb der Blüte ein harter, häufig stark rippiger, am Rande zu einem dekorativen Kragen verbreiterter Becher (Scabiosa) wahrzunehmen, in welchem sich die eigentliche Blüte mit einem unterständigen Fruchtknoten und einem grannenförmigen, oberständigen Kelche frei verbirgt. An diesem Organ sehen wir freilich nicht, aus welchen Bestandteilen er besteht, ja nicht einmal die Anzahl dieser Bestandteile ist leicht anzugeben, weil dieses Organ gewöhnlich vierkantig erscheint, obzwar die Blüte fünfzählig ist. In der Jugend entwickelt es sich tatsächlich aus vier Höckerchen (Payer). Fast alle Morphologen stimmen darin überein, dass dies becherförmig verwachsene Vorblätter sind (Wydler, Döll, Buchenau, Eichler), nur bezüglich der Anzahl dieser Vorblätter gehen ihre Ansichten auseinander — allerdings wieder infolge der Respektierung der Ontogenese. Es sind dies durchweg nur zwei transversale Vorblätter, was durch Abnormitäten, an welchen (wie ich selbst an *Scabiosa caucasica* beobachtet habe) tatsächlich der Aussenkelch sich allmählich in zwei gegenständige Vorblätter umwandelt, aus deren Achseln auch die weiteren Blüten sich

entwickeln. Sehr interessant ist aber die Gattung *Triplostegia* (Fig. 570), welche von einigen in die Familie der *Dipsaceen*, von anderen in jene der *Valerianaceen* versetzt wird, denn hier finden wir unterhalb der Blüte vor allem zwei Vorblätter (α, β) und dann hintereinander zwei Involucra, wovon das eine vier- und das andere achtzählig ist. Aus diesem Umstande geht zugleich die Bedeutung des Involucrums der Dipsaceen hervor. *Triplostegia* ist eine Valerianacee, bildet aber den Übergang zu den Dipsaceen.

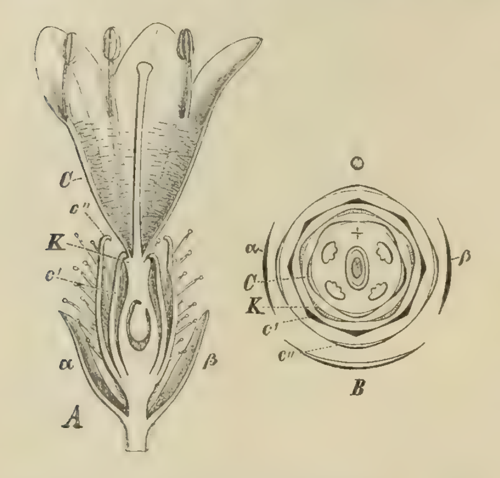


Fig. 570. **Triplostegia glandulifera** Wall. *A*) Blüte im Längsschnitt, *B*) Blütendiagramm; *K*) Kelch, *C*) Corolle, *c'*, *c''*) beide Involucra, α, β) Vorblätter. (Nach Höck in Engl. Fam. IV.)

Die Vorblätter unterhalb der Blüte haben ausser den soeben angedeuteten Funktionen noch andere Aufgaben. So finden wir unterhalb der Blüte der zarten *Linnaea borealis* (Taf. IX, Fig. 27) zwei Paar Vorblätter, von denen die inneren grösser sind und sich an den unterständigen Fruchtknoten als Deckflügel*) anschmiegen, welche äusserlich mit grossen, runden, gestielten Drüsen bewachsen sind. Sie leisten in diesem Falle offenbar Schutzdienste gegen Insekten, welche vom Stiele auf die Blüte kriechen wollten. Denselben Zweck pflegen in anderen Fällen verschieden ausgestaltete klebrige Drüsen, Stacheln und Haare am Fruchtknoten, Kelche oder Perigon zu haben.

Der unterhalb des Kelchs und mit demselben verwachsene Aussenkelch (Calyculus) bei der Gattung *Potentilla* und *Fragaria* und ihren Verwandten hat, obzwar er gleichfalls einer Vorblatthülle ähnlich ist, einen anderen Ursprung. Es sind das Stipularanhängsel an den Kelchzipfeln in derselben Weise, wie bei denselben Pflanzen grosse Nebenblätter an der Basis der Blattstiele entwickelt sind. Je zwei und zwei fliessen zusammen und alternieren mit den Kelchzipfeln. Auch bei der Gattung *Rhodotypus* kommen sie vor, aber hier pflegen sie tatsächlich in zwei Zähne geteilt zu sein.

Ebenso wie *Potentilla* hat auch die Gattung *Nemophila* (Hydrophyl.) zwischen den Kelchzipfeln 1—2 Stipularanhängsel.

Bei den *Lythraceen* kommen ebenfalls zwischen den Kelchzipfeln mehr oder weniger entwickelte Zähne vor, welche aber keinen stipulären Ursprung haben, da sie lediglich Ausstülpungen der Ränder in dem Winkel des Receptaculums vorstellen, was manchmal an der Rinne dieser Zähne

*) In Engl. Fam. IV 4 sind sie unrichtig so abgebildet, als ob sie an den Fruchtknoten angewachsen wären.

schön zu sehen ist (Heimia). Es wird dies auch durch die Abwesenheit von Stipeln an den Blättern bestätigt. Eine ähnliche Bedeutung haben die öhrigen Anhängsel in den Winkeln der Kelchzipfel bei *Campanula Medium* und den verwandten Arten.

4. Die Staubblätter (Staubgefässe, Stamina).

Die Staubblätter stellen uns die erste Kategorie der eigentlichen Sexualorgane in der Blüte vor und zwar das männliche Geschlecht (Androeceum). Die Staubblätter sind, ebenso wie die übrigen Blütenphyllome umgewandelte Blätter. Diese Umwandlung erreichte hier einen beträchtlichen Grad, so dass wir an dem Staubblatt kaum schon die Bestandteile des vegetativen Blatts zu unterscheiden vermögen. Die Mehrzahl der Staubblätter besteht aus einem Staubfaden (Filamentum) und einer Anthere. Die letztere ist aus zwei Antherenhälften (Loculamentum) zusammengesetzt, welche der Länge nach durch ein massives Gewebe verbunden sind, welches Mittelband oder Connectiv heisst. Jede Antherenhälfte enthält zwei Fächer (Thecae), welche jedoch zur Zeit der Maturität durch Zerstörung der Scheidewand zu einer einzigen Höhlung zusammenfliessen, welche sich durch einen gemeinsamen Riss öffnet und die zahlreichen Pollenkörner herauslassen. Beide Antherenhälften sind am Ende des Staubfadens derart befestigt, dass sie der Blütenachse entweder zu- oder von ihr abgewendet sind. Im ersteren Falle heissen die Antheren intrors, im letzteren extrors. Allerdings gibt es auch Ausnahmen von dieser Regel: häufig befinden sich beide Antherenhälften in einer Querlage, in anderen Fällen stellen sie sich in eine Linie, so dass sie zu einem einzigen Staubbeutel zusammenfliessen, welcher mittels einer gemeinsamen Ritze aufspringt (siehe Fig. 571 der Gattung *Globularia* und der Gattung *Verbascum*). In der Gattung *Macaranga* stehen alle vier Antherenfächer wagrecht am Ende des Fadens; bei vielen *Lauraceen* stehen zwar alle Antherenfächer parallel, aber beide Fächerpaare öffnen sich obereinander und jedes dann einzeln mittels einer eigenen Klappe. Interessante Antheren findet man bei *Zygadenus glaberrimus* (Liliac.), wo zwar beide Antherenhälften untereinander parallel verlaufen und in der Mitte dem Staubfaden aufsitzen, oben aber zusammenwachsen und zuletzt durch eine gemeinschaftliche Spalte sich öffnen, indem die unteren Lappen auseinandertreten und hiemit schliesslich eine schüsselförmige Form bilden.

Das sind so die hauptsächlichsten Bestandteile eines normalen Staubblatts, aber wir werden hören, dass es eine grosse Menge von Abweichungen hievon gibt und dass die Organisation des Staubblatts sehr mannigfaltig ist. Alle aber zeichnen sich durch eine gemeinsame Eigenschaft aus: im Innern ihres Gewebes — also in den Antherenfächern — bilden sich in dem Archaeospor Pollenkörner, was allerdings ihrem Zwecke entspricht.

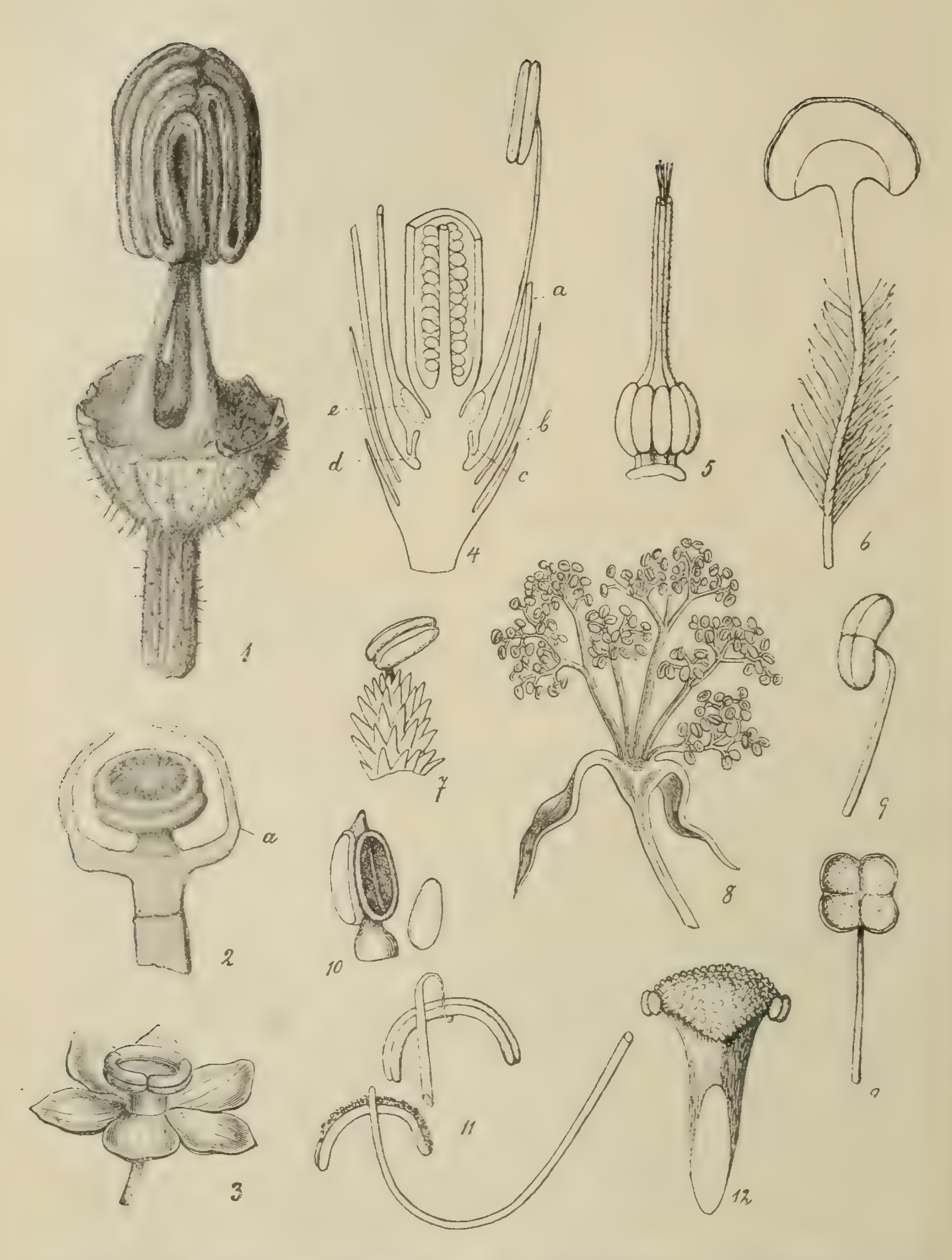


Fig. 571. Beispiele von Staubgefässen der Angiospermen. 1) **Cucurbita Pepo**, 2) **Cyclanthera pedata** mit Perigon (*a*), 3) **Phyllanthus cyclanthera**, 4) **Dianthus Caryophyllus**, *a*) Kelch, *b*) Brakteen, *c*) gespornte Staminalbasis, *d*) Gynophor, *e*) schwielenartiges Nektarium, 5) **Platytheca galioides**, 6) **Verbascum Lychnitis**, 7) **Sagittaria**, 8) **Ricinus**, 9) **Globularia vulgaris**, 10) **Trichocladus ellipticus**, 11) **Crinum ornatum**, 12) **Kadsura japonica**. (Original, 8 nach Sachs, 3 nach Baill.)

Dass die Staubblätter umgewandelte Blätter sind, daran zweifelt wohl heute kein Botaniker mehr, allein früher wurden in dieser Beziehung Zweifel ausgesprochen, denn in gewissen Fällen (terminale Staubblätter) wurde angenommen, dass sie ein Erzeugnis der Blütenachse seien.

Dass sie eine Blattumwandlung darstellen, wissen wir direkt teilweise aus den Blüten, in welchen sie sich allmählich in Perigonblättchen verwandeln (Nymphaea, gefüllte Blüten), teilweise aus Blüten, in denen sie sich in petaloide Staminodien (S. 920) umwandeln, oder endlich aus abnormen Fällen, wo (in den vergrünten Blüten) eine fortschreitende Metamorphose der Staubblätter in wirkliche grüne Blätter stattfindet. Fälle der letzterwähnten Art sind ziemlich häufig und sind dieselben in der Literatur auch schon häufig beschrieben worden. Das, in ein grünes Blatt umgewandelte Staubblatt zeigt, dass sich zwei Antherenfächer aus den verdickten Rändern der Spreite und zwei in den zwei verdickten Streifen in der Spreite, parallel und in der Nähe des Mittelnervs bilden. In manchen Abnormitäten wachsen die inneren Streifen zu zwei flachen, grünen, ja sogar gezähnten Spreiten auf, so dass sich das ganze Blatt vierspreitig darstellt (Dictamnus nach Čelakovský). Aus diesem Umstande wollte Čelakovský den Schluss ziehen, dass sich eigentlich das Staubblatt aus einem doppelspreitigen Blatte umgeändert hat und dass es demnach getreulich einem zweigeteilten Blatte der Gattungen *Ophioglossum* und *Botrychium* entspreche, wodurch angeblich der phylogenetische Zusammenhang beider bezeichnet sei. Allein diese Anschauung ist eine reine Phantasie, denn bei den Angiospermen finden wir im normalen Zustande überhaupt nirgends doppelspreitige Blätter und wenn wir die Gymnospermen vergleichen, mit denen die Staubblätter einen engen Zusammenhang zeigen, so sehen wir, dass auch hier nichts ähnliches vorkommt. Die zweiten Doppelspreiten am Dictamnus Čelakovskýs sind abnorme Spreitenauswüchse, wie wir dieselben in abnormem Zustande auch anderwärts häufig finden, wo allerdings ebenfalls von einem Zusammenhange mit den Ophioglossaceen keine Rede sein kann.

Dass vom phylogenetischen Standpunkte das Staubblatt den Sporophyllen der Farne gleichkommt und dass wir insbesondere in den Fächern der Gattung *Ophioglossum* eine getreue Kopie der Pollenfächer in den Antheren haben, ebenso wie die Sporangien der Gattung *Helminthostachys* an das mehrbeutlige Staubblatt und die Sporangien der Gattung Equisetum an die Anthere der Gattung *Taxus* erinnern, von welcher dann weitere Übergänge zu den Staubblättern der Angiospermen stattfinden — darüber kann es keinen Zweifel geben.

Als Prototyp des Staubblatts der Phanerogamen kann das männliche Sporophyll der Gattung *Cycas* (siehe S. 735) dienen. Wir haben auch schon erwähnt, dass die ersten Staubblätter durchweg eine grössere Anzahl von Staubbeuteln aufweisen und dass ihre Zahl sich fortschreitend auf

zwei (und wie wir sehen werden, schliesslich — wenn auch selten — auf einen einzigen) reduziert.

Dass das Staubblatt seinem Werte nach dem Fruchtblatte des Fruchtknotens gleich ist, wird durch abnorme Fälle bestätigt, wo die Staubbläter zum Teil Ovula und teilweise Staubbeutel trugen (Fig. 474, 572).

In solchen Fällen, wo das Staubblatt allein den Abschluss der Blütenachse bildet oder wo die männliche Blüte bloss aus einem einzigen Staubblatt besteht, könnte der Zweifel auftauchen, ob das Staubblatt wirklich Phyllombeschaffenheit habe (Askenasy, Magnus). Es sind dies stets stark reduzierte Blüten, immer nur männlichen Geschlechts, welche ein einziges Staubblatt enthalten und häufig überhaupt keine Spur von irgend

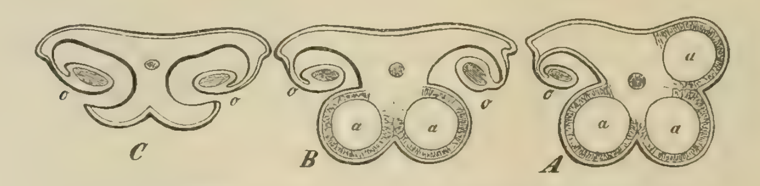


Fig. 572. **Sempervivum tectorum**, Antheren, welche gleichzeitig Eichen tragen, im Querschnitt, *a*) Antherenfach, *o*) Eichen. (Nach Engler.)

einer Blütenhülle aufweisen. Ein solches Staubblatt stellt sich dann vollkommen in die Richtung der Blütenachse, so dass es wirklich den Anschein hat, als ob sich die Blütenachse selbst in ein Staubblatt umgewandelt hätte. Beispiele solcher terminaler Staubgefässe kennen wir bei nachstehenden Gattungen und Arten: *Euphorbia*, *Tetraplandra*, *Pycnanthus Combo* Warb., *Artocarpus*, *Brosimum*, *Australina* (Urtic.), *Callitriche*, *Najas*, *Casuarina*. Wir sehen diese Sache schön dargestellt an den nebenan abgebildeten Blüten (Fig. 573, 542). Die erstgenannte Art (Pycnanthus, Morac., Kamerun) besitzt ein einfaches Perigon und tatsächlich ein einziges terminales Staubblatt. Die kleinen Blüten setzen, wie bei den

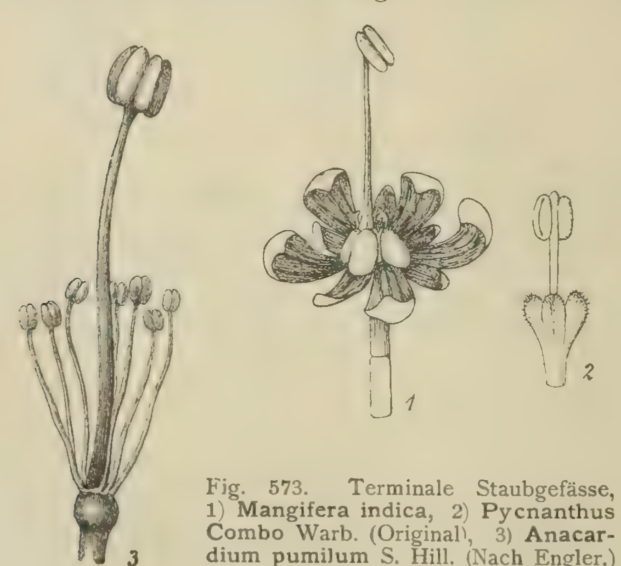


Fig. 573. Terminale Staubgefässe, 1) **Mangifera indica**, 2) **Pycnanthus Combo** Warb. (Original), 3) **Anacardium pumilum** S. Hill. (Nach Engler.)

Gattungen *Brosimum* und *Artocarpus*, dichte, kugelige Köpfchen zusammen. Die männlichen Blüten von *Euphorbia* sind noch mehr reduziert. Wir haben dieselben schon oben auf S. 838 besprochen. Der Blütenstiel ist ganz perigonlos und teilt sich von dem Staubblatte bloss durch ein Glied ab (Taf. VI, Fig. 542). Ein interessantes Beispiel haben wir an der Gattung *Casuarina*, bei welcher die einzelnen Staubgefässe im Wirtel aus der Zipfelachsel der häutigen Scheide entspriessen. Ein jedes von ihnen ist von zwei kleinen Vorblättern und zwei Perigonschüppchen umgeben. Beide Antherenhälften sind der Achse oder dem Zweige zugewendet, an welchem der ganze Blütenquirl sitzt! Überall anderwärts pflegen beide Antheren an dem terminalen Staubblatte quer oder radiär gestellt zu sein, was mit Rücksicht auf die Terminalstellung des Staubblatts nur natürlich ist. Bei Casuarina aber zeigt das Terminalstaubblatt selbst, infolge der seitlichen Stellung an einem starken Zweige, eine seitliche Orientierung zu diesem Zweige als ihm untergeordnetes Organ. Bei der Gattung *Ceratocarpus* (Chenop.) kommen zwei Staubblätter vor, manchmal auch nur eines; wenn das letztere der Fall ist, so nimmt es allerdings eine Terminalstellung ein, wo es dann aber trotzdem noch immer dasselbe Organ bleibt, welches es war, als die Blüte zwei Staubblätter hatte.

Čelakovský hat bei Behandlung dieses Themas mit vollem Rechte den Standpunkt eingenommen, dass die monostaminalen Blüten so, wie anderwärts, ein Phyllomstaubblatt enthalten, welches jedoch eine Terminalstellung eingenommen hat infolge des Aborts der übrigen Blütenteile, ja der Blütenachse selbst. Es ist wohl zur Genüge bekannt, dass ein Organ von starkem Wachstum stets den Platz eines in der Nähe befindlichen unterdrückten Organs einnimmt. Hieronymus hat an einigen *Centrolepideen* die Beobachtung gemacht, wie ein stark wachsendes, einziges Staubblatt in der Blüte die schwache Blütenachse seitwärts drückt. Wenn übrigens Terminalblätter existieren können (S. 579), so ist es desto begreiflicher, dass es auch terminale Staubblätter geben kann. Schliesslich ist es undenkbar, dass, überall als Phyllome bekannte Staubblätter in einigen wenigen Fällen plötzlich als Kaulomorgane erscheinen könnten, zumal, wenn auch nahe verwandte Gattungen bloss Phyllomstaubblätter aufweisen.

Ein scheinbar terminales, einziges Staubblatt finden wir in den Blüten von *Mangifera indica* (Fig. 573), wo von fünf Staubblättern vier am Rande des Discus verkümmern, das fünfte aber sich stark entwickelt und mitten in der Krone sich aufrecht erhebt. Noch mehr Sonderbarkeit äussert dieser Fall bei der Gattung *Anacardium* (Fig 573), wo sich von allen Staubblättern der männlichen Blüte nur ein einziges vollkommen entwickelt und zugleich eine terminale Stellung am Blütenboden einnimmt. Hier haben wir gewiss einen deutlichen Fingerzeig, wie wir die terminalen Staubblätter zu verstehen haben.

Es wäre aber nicht richtig, die Staubbeutel etwa als Spreite und den Staubfaden als Blattstiel anzusehen; denn die vorher erwähnten Übergänge in Petala und Abnormitäten zeigen, dass das Staubblatt dem ganzen, flachen, in Stiel und Spreite nicht differenzierten Blatte entspricht (siehe die richtige Ansicht bei Clos).

Die gewöhnlichste Form der Staubfäden ist allerdings die verlängerte, dünne, stielrunde oder verschiedenartig abgeflachte. Dergleichen Fäden erreichen oft eine beträchtliche Länge (Caesalpiniaceae, Myrtaceae), in anderen Fällen verkürzen sie sich wiederum so, dass die Anthere vollkommen auf dem Blütenboden sitzt. In der Knospe sind die Staubfäden entweder aufrecht, oder verschiedenartig eingebogen und zusammengerollt (Myrtaceae); bei *Plantago*, bei den *Umbelliferen*, *Melastomaceen*, *Pomaderis* sind sie in der Mitte umgebogen, so dass der Staubbeutel hängend erscheint. Zur Zeit des Aufblühens der Blüte richten sich die Staubfäden allerdings rasch gerade (Taf. VIII, Fig. 3, 5). Bei der Gattung *Tacca* haben die Staubfäden die Form eines hohlen Helms, in welchem an der Innenwand die Anthere sitzt (siehe Baillon). Anderwärts sind die Staubfäden sehr dick, fleischig und die Staubbeutel verhältnismässig klein.

Die Anthere ist an die Staubfäden stets in der mittleren Partie des Konnektivs eingefügt, aber in ungleicher Höhe: einmal in der Mitte, ein andermal an der Basis selbst. Diese Einfügung pflegt auch die Lage der Anthere in der Blüte oder auch deren Bewegung zur Folge zu haben. In dieser Beziehung haben wir ein hübsches Beispiel an *Crinum ornatum* (Fig. 571). Hier sind die Blüten gross, schön gefärbt, schwach zygomorph. Die Staubblätter (6) haben lange, bogenförmig herabgebeugte und am Ende in eine überaus feine und weiche Spitze verschmälerte, in der Mitte des Konnektivs eingefügte Fäden. Die hufeisenförmig eingebogene Anthere ist an dieser Stelle freibeweglich. Der Pollen ist aber klebrig, zur Verstäubung durch den Wind nicht geeignet. Die Gräser und andere anemophile Pflanzen haben ganz dünne Staubfäden mit beweglichen Antheren (antherae versatiles).

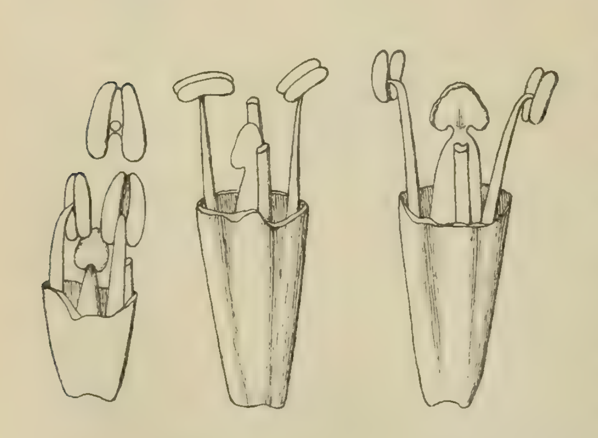


Fig. 574. **Gentiana ciliata, introrse Antheren sich in die extrorse Lage umwandelnd.** (Original.)

Eine interessante Einfügung des Staubfadens und Lage der Anthere finden wir bei vielen Arten der Gattung *Gentiana* (Fig. 574). Hier ist die Anthere unten tief ausgeschnitten und der Faden in den Einschnitt eingefügt.

So ist die Anthere in der Jugend dem Inneren der Blüte zugewendet (intrors), aber zuletzt nimmt sie eine horizontale Lage ein, bis sie sich schliesslich zurückwendet und extrors wird.

An den Staubfäden können verschiedene Anhängsel wachsen. Am häufigsten sind dies Stipularanhängsel an beiden Seiten des Fadens (wovon noch im Kapitel von der Paracorolle die Rede sein wird). *Borago officinalis* besitzt einen hornförmigen Auswuchs an der äusseren Seite des Staubfadens. Bei den Gattungen *Dianthus* und *Saponaria* (Fig. 571) befindet sich an der Basis des Staubfadens an der äusseren Seite ein kleines, spornförmiges Anhängsel von unbekannter biologischer Funktion.

Dass die Staubfäden manchmal zusammenwachsen können, ja dass sie häutige Röhrchen und Becher bilden, an deren Rande die Antheren frei hervorkommen, ist allgemein bekannt. Der Inbegriff aller zusammengewachsenen Staubgefässe in der Blüte wird durch das Wort Synandrium bezeichnet, während zusammengewachsene Gruppen von Staubblättern in der Blüte Adelphien genannt werden. Eine ebenfalls verbreitete Erscheinung ist das Anwachsen der Staubblätter an die Krone oder das Perigon, an das Receptaculum oder an die Blütenachse oder endlich an den Fruchtknoten.

Die Staubblätter eines Kreises pflegen gewöhnlich gleich lang zu sein, was zur Folge hat, dass auch dort, wo sie zu einer Röhre verwachsen und aus zwei Kreisen entstanden sind, die einen länger und die anderen kürzer sind. Seltener pflegen sie in demselben Kreise ungleich lang zu sein, so z. B. bei *Convolvulus* (Fig. 575), wo ihre fortschreitende Länge auch den Fortschritt nach der Spirale $^2/_5$ andeutet.

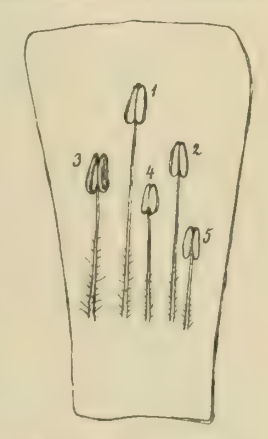


Fig. 575 **Pharbitis hispida**, Entwicklungsgang der ungleich langen Stamina in der Blütenröhre. (Original.)

Die Staubfäden sind einmal länger, ein andermal kürzer als der Griffel (und demnach auch als die Narbe), was auch bei den röhrenförmigen Kronen durch Einfügung in die Röhre in verschiedener Höhe deutlich zu sehen ist (*Primula*, *Pulmonaria*, *Syringa*, *Asperula* u. s. w.). Hier trägt dann in der Regel ein Stock nur kurzgrifflige und ein anderer nur langgrifflige Blüten. Häufig pflegt auch einigermassen die Form der Krone mit diesen Verhältnissen zugleich abgeändert zu sein. Diese biologisch-morphologische Eigentümlichkeit war schon den älteren Botanikern*) bekannt und erhielt den Namen Heterostylie. Wenn in der Blüte nur ein Staubblätterkreis vorkommt, so gibt es offenbar nur zwei Arten von Blüten (dimorphe Heterostylie), wenn aber in der Blüte zwei Kreise von ungleich langen Staub-

* K. Sprengel hat sie im Jahre 1793 zuerst an der Gattung *Hottonia* und Persoon im Jahre 1794 an der Gattung *Primula* beschrieben.

blättern vorhanden sind, so gibt es dann drei Arten von Blüten (trimorphe Heterostylie). Ch. Darwin und nach ihm viele andere Biologen haben sich mit dieser Erscheinung befasst und es wurde das Faktum konstatiert, dass die Blüten am besten befruchtet werden und die besten Samen bringen, wenn der Pollen von den Staubblättern auf die, in gleicher Höhe stehenden Narben anderer Blüten gelangt, was uns die Abbildung 576 der gemeinen Pflanze *Lythrum Salicaria* schön erläutert.

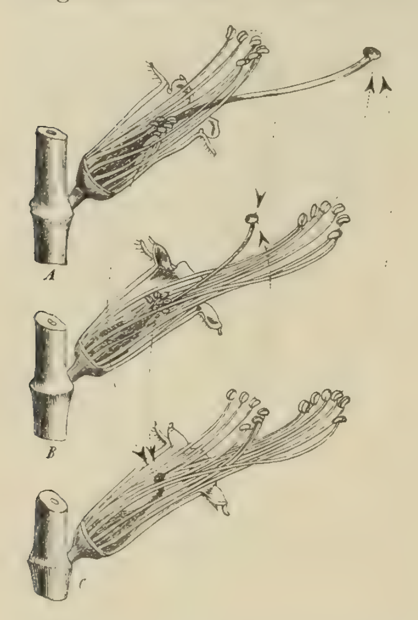


Fig. 576. **Lythrum Salicaria L. Heterostylie.** (Nach Darwin.)

Ebenso wie aus dem Staubfaden, können auch aus dem Konnektiv verschiedene Auswüchse herauswachsen, welche dann manchmal dem Staubblatte ein eigentümliches Aussehen verleihen. Hier könnten wir eine ganze Menge von Beispielen anführen (Asarum, Viola, Nerium, Wehlia, Prosopis u. a.), doch werden wir uns nicht mit den Details dieses Gegenstandes beschäftigen, weil er in morphologischer Beziehung nichts wichtiges bietet. Wir wollen bloss zwei Fälle anführen, welche ein besonderes Interesse erwecken. Es ist dies vorerst die Familie der *Melastomaceen*, bei welcher das Konnektiv sich zu den seltsamsten Formen ausbildet (siehe Baillon, Engl. Fam., Mart. Fl. Brasil.). Einmal sind es besondere Auswüchse, ein andermal wächst das Konnektiv am Ende der Anthere, in noch anderen Fällen verlängert es sich an der Basis zu langen, schaufelförmigen Gebilden, in welche erst gliedartig der Staubfaden eingefügt ist (Fig 577).

Ein zweites Beispiel haben wir an einigen Gattungen der Familie *Asclepiadaceae*, bei welchen aus dem Konnektiv die sonderbarsten Gebilde herauswachsen, welche manchmal nicht nur durch ihre Form, sondern auch durch ihre Färbung die eigentliche Krone nachahmen (*Asclepias*, Fig. 11, Taf. VIII, wo sie die Form von weissen Tüten erhalten, welche innen mit einer kleinen Kralle versehen sind). Bei *Morrenia odorata* Lndl. haben sie die Gestalt von flachen, länglichen, grossen, inwendig haarigen Blättchen, welche die Staubblattsäule hoch überragen und so getreu eine zweite Krone nachahmen. Diese Gebilde (corona) verrichten in der Blüte den Dienst bald eines Nektariums, bald der Krone selbst. Bei *Periploca graeca* haben sie die Form von roten, begrannten Auswüchsen, welche mit den Kronblattzipfeln alternieren. Hier kommen sie aus der

unteren Partie der Staubblätter heraus und verwachsen dann mit dem Staubfaden samt der Blumenkrone zu einem Becher, der vom Kelche frei umgeben ist. Eichler sieht diese Gebilde irrigerweise als Paracorollen an. Es ist mir auch nicht klar, ob die corollinische Corona Schumanns (Engl. Fam.) immer dieselbe Beschaffenheit hat, wie in der verwandten Familie der *Apccynaceen*.

Cochliostoma odoratissimum Lm. (Commelinac., Ecuador, Taf. VI, Fig. 8—11) hat aus den Staubblattauswüchsen einen ganzen eigentümlichen Apparat ausgebildet. Die Blüten dieser Pflanze sind schwach zygomorph, schön purpurrot, wohlriechend. Das Perigon zeigt nichts besonderes. Ein Staubblatt des inneren Kreises abortiert bis auf ein blosses Zähnchen (*f*), zwei aus dem äusseren Kreise verwandelten sich in Staminodien (*i*), welche langhaarigen Pinseln ähnlich sind. Zwei fertile Staubblätter des inneren Kreises bildeten einen eigenartigen Auswuchs aus den Fäden in Gestalt einer breiten Membran, welche beide Antheren wie ein hohler Sack einhüllt und am Ende in lange, hohle und zerschlitzte Schnäbel (*c*) geteilt ist. Die Antheren sind an die Hauptrippe des Sacks mit Hilfe eines kurzen Stielchens angeheftet. Das dritte Staubblatt *(d)* des äusseren Kreises trägt von aussen an dem Staubfaden einen gelben Haarpinsel *(d)*, am Ende des Fadens aber eine gezähnte Erbreiterung *(d)*, aus welcher an einem dünnen Stielchen die fertile Anthere (*m*) in die Höhlung des Schlauchs hineindringt. Wittmack, Masters und Schönland haben jenes gezähnte Gebilde irrigerweise als Staminodium und zum Teil als Effiguration des Blütenbodens angesehen, wobei sie das wirkliche Staminodialrudiment *(f)* unbeachtet liessen. Die Zusammensetzung des Blütendiagramms hätte sie bald überzeugen müssen, dass ihre Ansicht unmöglich ist. Die Antheren sind ursprünglich aus zwei normalen Antherenhälften zusammengesetzt, welche sich schliesslich spiralig zusammenrollen.

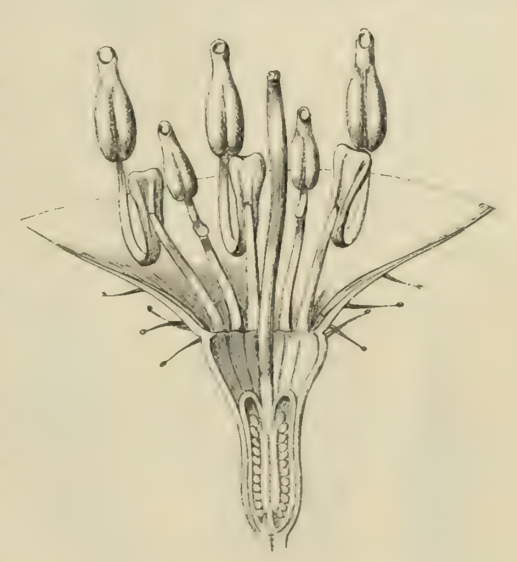


Fig. 577. **Microlicia Clausseniana.** zur Plastik der Staubgefässe. (Mart. Fl. Br.)

Es geschieht häufig, dass das Konnektiv breiter wird und eine dicke Scheibe bildet, an welcher, wie auf einer kleinen Schüssel, die Anthere

sitzt. In die Scheibe ist unten in der Mitte der Faden eingefügt (so bei vielen Leguminosen).

So wie aus den Staubfäden und dem Konnektiv können auch aus den Staubbeuteln selbst verschiedene Anhängsel, Schwänzchen etc. herauswachsen. Zahlreiche Belege dieser Art finden wir in der Familie der *Ericaceen* (Fig. 6, Taf. VIII).

Schon oben haben wir gesagt, dass sich beide Antherenhälften ursprünglich aus zwei Theken zusammensetzen, welche sich erst später durch Zerstörung der Scheidewand in eine einzige Theka verwandeln. Gleich von Anfang monothecische Antherenhälften sind im allgemeinen selten, so z. B. bei den Cucurbitaceen, einigen Amarantaceen, Asclepiadaceen, Lauraceen, Platanecn, bei Ceratophyllum u. a. Bei den Epacridaceen fliessen sogar durch das Verschwinden des Konnektivs in dem oberen Teile der Anthere die Theken beider Antherenhälften zusammen. Auch stehen die Antherenfächer nicht immer nebeneinander, sondern manchmal auch obereinander, wie bei den Lauraceen. Bei einigen Gattungen der Oenotheraceen (Circaea, Clarkia Gaura) sind auch die einzelnen Theken durch besondere Scheidewände in zwei, ja auch drei Stockwerke obereinander geteilt. Bei vielen Mimosaceen sind die Theken in vier oder acht Fächer geteilt, in welchen dann eine kugelige Gruppe von Pollenkörnern eingebettet ist. Bei den Gattungen *Inga* und *Parkia* erreicht die Anzahl dieser Fächer 20—60 (siehe die Arbeit Englers). Die abgebildete *Parkia* (Fig. 578) hat in jedem Staubbeutel zwei Reihen von Fächern nebeneinander mit sehr feinen und ineinander fallenden Scheidewänden. Ähnlich kommt dies bei der Gattung *Aegiceras* (Myrsin.) vor. Interessant sind auch die Antheren des bekannten Baumes *Rhizophora Mangle* L. (Fig. 578), welche schon so oft Gegenstand des Studiums waren. Zuerst sind sie von Petit Thouars und in neuerer Zeit eingehend von Warming beschrieben worden. Die Antheren sind hier ziemlich gross, vollständig ansitzend, dreiseitig, mit einem unscheinbaren Konnektivstreifen auf der Rückenseite. Fast auf der ganzen Oberfläche bemerken wir eine Menge von kleinen, runden Kam-

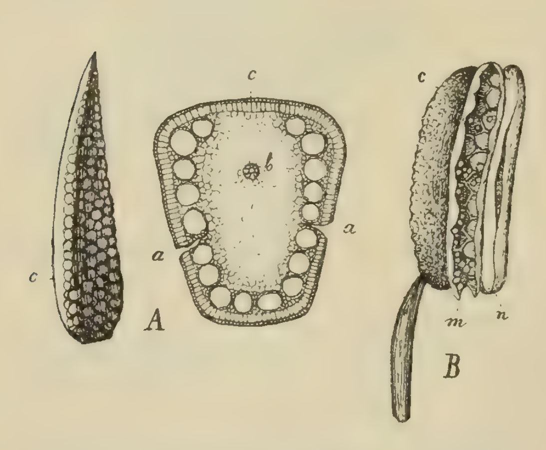


Fig. 578. *A*) **Rhizophora Mangle**, ein Staubblatt mit zahlreichen Fächern, *c*) Konnektiv, *a*) die Stelle des Aufspringens, *b*) Gefässbündel. *B*) **Parkia Hildebrandtii**, Staubblatt, *c*) Konnektiv, *m*) aufgesprungene, mit zweireihigen Fächern versehene Antherenhälfte, *n*) zweite, geschlossene Antherenhälfte. (Original.)

mern. An beiden Seitenflächen ist die ganze Anthere der Länge nach durch eine Rinne geteilt, so dass sie eigentlich dreifächrig wird. Zur Reifezeit erfolgt in diesen Rinnen die Öffnung der Anthere.

Interessante Antheren besitzt auch das gemeine *Viscum album* L. (Fig. 579). Hier finden wir vier massive Perigonzipfel, welche in der männlichen Blüte an der ganzen inneren Fläche von kugeligen, zahlreichen, kleinen Höhlungen bedeckt sind, in welchen sich der Pollen bildet und welche sich später, jede separat, unregelmässig öffnen. Am Durchschnitt ist an dem differenzierten Gewebe zu sehen, welche Partie dem Perigon und welche den, an dasselbe gänzlich angewachsenen Antheren angehört. An diesem Beispiel müsste die konfuse Morphologie Goebels und anderer Physiologen sagen, dass der ganze Zipfel ein Staubblatt vorstelle, weil wir auch in der Jugend weder ein Perigon noch ein Staubblatt sehen.

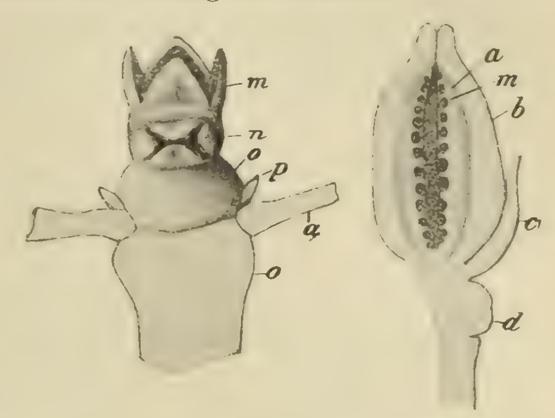


Fig. 579. **Viscum album**, Ästchenspitze mit der terminalen männlichen Blüte (*m*) und zwei seitlichen (*n*), *a*) Blattpaar, *p*) Achselknospe, *o*) Hauptachse. Rechts im Längsschnitt, *a*) dem Perigon (*b*) angewachsene Anthere, *m*) Pollenhöhlungen, *c*) Hochblatt, *d*) Ästchen. (Original.)

Die zahlreichen Pollenfächer der Mimosaceen und anderer Pflanzen wurden teils von den Morphologen, teils von den Systematikern als phylogenetischer Charakter ausgelegt, welcher zum Teil auf die Farne, zum Teil auf die Gymnospermen, zum Teil auf die verwandtschaftlichen Beziehungen der Gattung Rhizophora zu der Familie der Onagraceen u. a. hinweist. All das ist unrichtig, denn jene Kämmerchen entstanden ursprünglich auch nur in zwei oder vier Antherenfächern dadurch, dass nur einige Partien des Archaesporgewebes tatsächlich Pollenkörner ausgebildet haben. Schon das Faktum des Vorkommens solcher Pollenkammern in den verschiedensten Familien bestätigt, dass es sich da nur um ein bedeutungsloses, anatomisches Detail handelt.

Bewunderungswürdige Antheren weist die Gattung *Rafflesia* und deren Verwandtschaft auf. Sie sind vollkommen kugelförmig mit einem kurzen Stielchen in der Höhlung ansitzend und am Gipfel mittels einer runden Öffnung reifend. Diese Öffnung führt zu einem ganzen System verzweigter Kämmerchen, welche Pollen enthalten. Diese Organisation der Antheren weicht von allen Angiospermen überhaupt ab und würde es verdienen, morphologisch näher untersucht zu werden.

Die Antheren mehrerer Staubgefässe können auch in verschiedener Weise zusammenwachsen. Am vollkommensten erfolgt dies bei einigen *Balanophoraceen* (Rhopalocnemis, Scybalium, Sarcophyte), wo mehrere Staubblätter in der männlichen Blüte mit den Antheren und Staubfäden zusammenfliessen, indem sie so ein kugeliges und gestieltes Synandrium bilden. Die Kugelform zeigt im Durchschnitt zahlreiche, mit Pollen angefüllte Fächer.

Das aus Antheren gebildete Röhrchen bei den *Compositen* entstand aber nicht durch Zusammenwachsung, sondern durch blosse Verklebung der Antheren.

Das sehr bemerkenswerte Verwachsen der Antheren bei den *Cucurbitaceen* war Gegenstand der Studien vieler Autoren. Heutzutage gibt es keinen Zweifel mehr darüber, wie diese Sache zu verstehen ist. Wenn wir die Antheren in der männlichen Blüte des gemeinen Kürbisses (*Cucurbita Pepo*, Fig. 571) beobachten, so sehen wir, dass dies ein zylindrisches, massives Gebilde ist, an dessen Oberfläche sich in geschlängelten Falten ein enger Streifen — der Pollenkanal — hinzieht. Aus der Beschaffenheit dieser Anthere ist es allerdings schwer, einen Schluss auf dessen ursprüngliche Zusammensetzung zu ziehen. Die Anthere ist aber durch drei freie und aufrecht stehende Fäden gestützt (Fig. 571), woraus schon hervorgeht, dass sie wahrscheinlich aus drei ursprünglichen Bestandteilen zusammengewachsen ist. Und dies ist wirklich der Fall. Die männlichen Blüten der Gattung *Fevillea* (siehe die schöne Abbildung in Engl. Fam. IV 5, S. 5) enthalten fünf gleiche und untereinander freie Staubblätter. In den Gattungen *Kedrostis* und *Thladiantha* finden wir in den Blüten auch fünf freie Staubblätter, aber je zwei und zwei sind mehr genähert und eines ist an seinem ursprünglichen Platze. In der Gattung *Sicydium* verwachsen je zwei und zwei Staubblätter mit den Fäden, aber die Antheren bleiben frei. Wir haben also in der Blüte die Staubblättergruppen: 2 + 2 + 1. In der Gattung *Schizopepon* verwachsen je zwei und zwei Staubblätter bis zur Anthere und in den Gattungen *Bryonia*, *Luffa*, *Melothria* u. a. verwachsen schliesslich auch je zwei und zwei Antheren. In den Gattungen *Lagenaria* und *Cucurbita* haben wir dann jenen Zustand, wie wir denselben eingangs geschildert haben. In der Gattung *Sicyos* zuletzt verfliessen auch die Staubfäden zu einer soliden Säule, auf welcher ein rundes Köpfchen mit einem schlangenförmigen Pollenkanal sitzt. Diese reihenweise Vergleichung lässt keinen Zweifel zu, dass das Synandrium der Gattungen *Sicyos* und *Cucurbita* fünf zusammengewachsenen Staubblättern entspricht, was auch aus dem Blütendiagramm hervorgeht.

Ein ungewisses Verhältnis des Androeceums im Hinblicke auf die vorangehende Auslegung findet man in den Blüten der Gattung *Anguria*. Hier sind in die Kronröhre zwei untereinander freie, vollkommen gleiche,

ebenfalls mit geschlängelten Pollenkanälchen versehene Staubblätter eingefügt.

Ein geradezu abenteuerliches Extrem des Androeceums stellt uns aber die Gattung *Cyclanthera* (Fig. 571) vor. Hier finden wir in der männlichen Blüte ein einfaches Säulchen, auf welchem am Umfange eine wagrecht eingefügte Scheibe mit zwei parallelen Pollenkanälen sitzt. In der Scheidewand zwischen beiden öffnet sich schliesslich das ganze Androeceum durch eine Ritze. Auf den ersten Blick scheint es, dass man es da mit einem sonderbar ausgestalteten terminalen, einfachen Staubblatt zu tun habe, als welches es auch einige Autoren angesehen wissen wollten (u. zw. als ein Achsengebilde). Wir können indessen im Hinblicke auf alle übrigen Gattungen der *Cucurbitaceen* keiner anderen Ansicht sein, als dass hier wiederum nur ein aus fünf zusammengeflossenes, in der erwähnten Weise sonderbar umgestaltetes Synandrium vorhanden ist. Es ist dies aber zugleich ein neuerlicher Beleg dafür, welchen Transformationen die Organe unterliegen können und wie sehr sie ihre ursprüngliche Gestalt zu verschleiern vermögen. Auch erkennen wir da neuerdings, dass einzig und allein die vergleichende Methode ein entscheidendes Wort über die Bedeutung der Organe sprechen kann. Hier kann man weder aus dem präsenten Zustande noch aus der Ontogenese etwas folgern.

Eigentümlich ist es, dass das Androeceum der Cyclanthera von einer gar nicht verwandten Art, *Phyllanthus cyclanthera* Baill. (Euphorbiac., Fig. 571), wo sich in ähnlicher Weise inmitten des einfachen Perigons eine durch die Pollenscheibe abgeschlossene Säule vorfindet, nachgeahmt wird. An der Scheibe dieser Art ist aber zu sehen, dass sie durch die Zusammenwachsung von drei Antheren entstanden ist. Hier ist die Umgestaltung des scheibenförmigen Androeceums desto bemerkenswerter, weil bei den übrigen Arten der Gattung *Phyllanthus* bloss normale, freie Staubblätter vorkommen.

Das Konnektiv kann eine so namhafte Erbreiterung erlangen, dass es die Gestalt eines transversalen Fadens erlangt und dadurch die beiden Staubbeutel wegschiebt. Ein solches Beispiel bietet das Staubblatt der Gattung *Salvia* (Fig. 580), bei welcher zwei entfernte Staubbeutel (wovon der eine steril und in eine Schaufel umgewandelt ist) an dem Staubfaden als zweiarmiger Hebel sitzen.

So, wie die Staubblätter zusammenwachsen, können sich auch einfache Staubblätter im Gegensatze dazu teilen, wodurch eine grössere Anzahl gänzlich geteilter oder auch baumartig oder büschelförmig verbundener Staubblätter entsteht. Von diesem Thema war aber bereits in dem Kapitel über das Dédoublement die Rede. Ein hübsches Beispiel dieser Art haben wir an der Gattung *Ricinus* (Fig. 571), wo die Staubblätter sich vielfach baumartig verzweigen. Die Antheren sind bei dieser Zertei-

lung entweder monothecisch oder dithecisch, indem sie einmal das ganze und in dem anderen Falle nur das halbe Staubblatt vorstellen.

Die Form der Antheren kann überaus mannigfaltig sein; im ganzen bewegt sie sich zwischen der linealen und kugeligen Gestalt. Als Beispiel einer besonderen Gestaltung der Antheren führen wir die Gattung *Acalypha* (Euphorb., Fig. 580) an, welche die Staubfäden wie Perigonblättchen entwickelt hat, deren Enden zwei Staubbeutel von wurmförmigem Aussehen aufsitzen

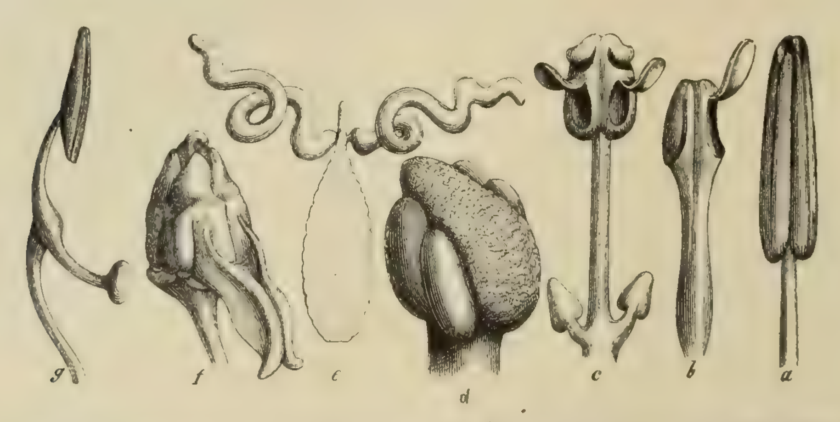


Fig. 580. Staubgefässe von *a*) **Solanum**, *b*) **Berberis**, *c*) **Persea**, *d*) **Popowia Vogelii**, *e*) **Acalypha phleoides**, *f*) **Viola odorata**, *g*) **Salvia offic.** (Nach Luerssen.)

Eine häufige Erscheinung bei den Antheren ist die Verlängerung der Staubbeutel am Ende in eine Röhre, welche sich dann am Ende durch eine Öffnung auftut und den Pollen herauslässt. Es sind dies ganze Familien, wo solche Staubblätter vorkommen: die *Ericaceen*, *Tremandraceen* u. s. w. Einen Übergang zu ihnen bilden jene Antheren, welche sich durch eine eigene Öffnung am Ende ausstauben (*Solanum*, Fig. 580). Harris gibt in seiner Arbeit eine Übersicht aller Familien und Gattungen mit einer derartigen Organisation der Antheren und sagt, dass sie durch den Bau der Blüte und durch die Zweckdienlichkeit bei der Bestäubung durch Insekten bedingt ist.

Die Öffnung der Theken erfolgt in der Mehrzahl der Fälle durch eine Spalte, welche entlang zwischen den beiden Antherenfächern sich hinzieht, wodurch sich beide Fächer zugleich aufmachen (nachdem das Konnektiv der Zerstörung verfiel). Dieses Aufreissen wird durch eine ungleichmässige Spannung in dem austrocknenden Gewebe der äusseren und inneren Schichten der Antherenfächer (des Endotheciums) bewirkt. Die inneren Schichten zeigen eine besondere, fibröse Struktur an den Zellwänden und ausserdem sind sie oft an der Aussenseite mehr verdickt als an der inneren. Mit diesen anatomischen Details haben sich zahlreiche

Autoren (Purkyně, Chatin, Schinz, Schrodt, Mohl, Warming, Leclerc du Sablon u. a.) befasst. Seltener zerreisst der Staubbeutel durch eine Querspalte (Alchemilla, Sibbaldia, Chrysosplenium).

Dass viele Arten sich durch eine Öffnung am Ende der Antherenhälften auftun, wurde schon erwähnt. Aber auch durch einen einzigen Porus oder auch durch einige kleinere öffnen sich manchmal die Antheren (Ericaceen, Myrtaceen, Dianella, Zantedeschia u. a.).

Eine eigentümliche Öffnung der Antherenfächer oder Theken erfolgt mit Hilfe von Klappen, welche sich von unten nach oben abreissen und so die ganze Theka mit einer breiten Öffnung versehen (Berberis, Monimiaceae); bei vielen *Lauraceen* gibt es gar vier derartige Klappen an jeder Anthere (Fig. 580). Bei der Gattung *Trichocladus* (Hamamel., Fig. 571) fällt die ganze Klappe wie ein Deckel ab; nach dem Abfallen sieht man in dem Staubbeutel noch die ursprüngliche Scheidewand. *Garcinia Hanburyi* hat zahlreiche, an einem kugeligen Blütenboden sitzende Antheren (in der männlichen Blüte), welche eng aneinander liegen und schliesslich am Ende mittels eines rundlichen, durch einen Umschnitt abfallenden Deckels sich öffnen.

Die Art und Weise des Öffnens der Antheren ist für gewisse Gattungen, ja für ganze Familien konstant und bildet somit ein wichtiges systematisches Charaktermerkmal.

Die Staubfäden oder die Antheren selbst pflegen von besonderen Haaren oder Drüsen besetzt zu sein, welchen verschiedene biologische Funktionen zugewiesen sind. Lange und gegliederte Haare finden wir z. B. an den Staubfäden diverser *Commelinaceen*, bei *Helianthemum Fumana* u. s. w. Siehe auch die Abbildung der Gattung *Sagittaria* (Fig. 571). An den Staubfäden mehrerer Arten von *Oxalis* sind zylindrische, farblose, an der Oberfläche grobwarzige Stachelhaare. Die Antheren der Art *Acer spicatum* sind ganz mit Hörnchen bedeckt. Häufig wachsen aus dem Konnektiv lange Haare, welche sicherlich zum Schutze des Staubblatts da sind. Manchmal entwickeln sich in der Staubbeutelspalte lange, fadenförmige Haare, welche dann die Theken elastisch öffnen und die Pollenkörner verstreuen (Prunella grandiflora). Es ist das eine Art von Elateren.

Dass sich die Staubblätter zu Staminodien umwandeln können, an denen die Antheren verkümmern oder gänzlich abortieren, haben wir schon oben gesagt (S. 920). Diese Staminodien erscheinen häufig nur in der Gestalt von Rudimenten, d. h. von kleineren Zähnchen, Schüppchen oder Hökern. Anderwärts aber nehmen sie verschiedene Formen an, immer darnach, welchem Zwecke sie dienlich sein sollen. So verrichten sie den Dienst von Nektarien, Blumenkronen etc. Manchmal zeigen sie sehr bizarre und sonderbare Formen, so bei *Parnassia*, *Loasa*. Alle dergleichen Organe stellen eine sekundäre Metamorphose vor, denn zuerst hat sich das Blatt in das Staubblatt und dieses dann in ein Nekta-

rium oder Petalum verwandelt. Dieser Vorgang ist auch eine Bestätigung unserer Ansicht, welche wir weiter unten näher auseinandersetzen werden und von der wir teilweise schon auf S. 893 gesprochen haben, nämlich, dass die mit Blumenkronen versehenen und der entomophilen Befruchtung angepassten Blüten erst in späteren geologischen Zeiten entstanden sind.

Indem wir das Kapitel über die Organisation der Staubblätter abschliessen, müssen wir nur noch einige Worte über die Staubblätter vieler *Orchidaceen-* und *Asclepiadaceen*gattungen sagen, welche sich von allen anderen Familien auffallend unterscheiden.

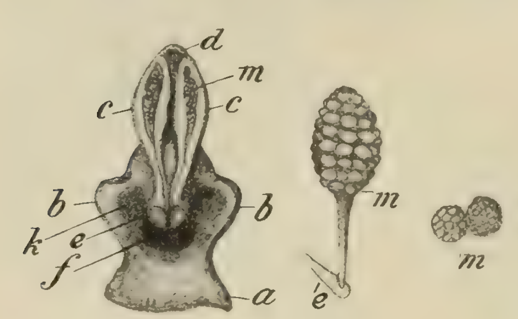


Fig. 581. **Gymnadenia conopea** R. Br., *c*) Staubgefäss mit der Säule (Columna) verwachsen, *a*) Lippe *f*) Öffnung in den Sporn, *e*) Retinaculum, *b*) zwei Staminodien, *'e*) Pollinarium, *d*) Konnektiv, *m*) Massulae, *k*) Narbe. (Original.)

Die grosse Mehrzahl der Orchideengattungen hat von allen sechs Staubblättern nur ein einziges entwickelt, welches mit dem Griffel des Fruchtknotens zur Gestalt einer Säule (Columna) entwickelt ist. So ist dies z. B. bei der Gattung *Gymnadenia* (Fig. 581) der Fall. Nur kleine Höker oder Zähnchen zeigen uns die Rudimente von zwei anderen Staubblättern an. An die Säule schliesst sich eine Lippe (Labellum) an; dazwischen befindet sich eine kleine Öffnung, welche in einen langen Sporn führt, worin sich Nektar ansammelt. Das Staubblatt enthält zwei monothecische, bei anderen Arten auch zwei- ja selbst achtfächrige Staubbeutel. Die Pollenkörner sind zu Tetraden und die Tetraden zu kleineren Kugeln (Massulae) vereinigt, letztere wiederum durch Viscin zu einem keulenförmigen Gebilde, dem sogenannten P o l l i n a r i u m zusammengeklebt. Das Pollinarium füllt die Höhlung der Theka frei aus und verschmälert sich unten zu einem dünnen Stielchen (Caudicula), welches durch ein klebriges Keulchen (Retinaculum) endigt. Wenn ein Insekt mit dem Kopfe in die Öffnung eindringt, um mit dem Rüssel den im Sporne aufbewahrten Nektar auszusaugen, so klebt sich ihm das klebrige Retinaculum an den Kopf an und zieht es das ganze Pollinarium aus der aufgesprungenen Theka heraus und trägt es dann auf die Narbe einer anderen Blüte, wodurch eine gekreuzte Befruchtung stattfindet. Bei unseren Orchideen sind die Pollinarien verhältnismässig klein, aber bei vielen exotischen Arten erlangen sie eine ziemliche Grösse; so sind sie bei vielen *Cataseten* bis 1 *cm* lang. Eben bei den erwähnten *Cataseten* befindet sich in der Blüte noch ein besonderer Mechanismus, durch welchen die Retinacula auf grosse Entfernung wie Geschosse aus einer Schleuder auf die in der Nähe befindlichen In-

sekten herausgeworfen werden. Bei der Gattung *Orchis* sind die Retinacula in einem besonderen Beutelchen (Bursicula) verborgen. Ausserdem sind in den Blüten der exotischen Orchideen noch andere, manchmal bewunderungswerte Einrichtungen zum Zwecke der Anlockung und Benützung der Insekten zur Befruchtung vorhanden, worüber zuerst Ch. Darwin (im J. 1862) und nach ihm eine ganze Reihe von Botanikern wertvolle Arbeiten veröffentlicht hat. Unsere einheimische *Orchis mascula* besitzt statt zweier Pollinarien einige, welche durch Stielchen zusammengehalten sind (masculae).

Dass sich diese bewunderungswürdige biologische Organisation nur zum Zwecke der entomophilen Befruchtung in der Blüte der Orchideen später ausgebildet hat, geht daraus hervor, dass es auch in dieser Familie ursprünglich Staubblätter mit normalem, staubartigem Pollen gegeben hat, denn wir haben noch jetzt viele Gattungen mit derartigen Staubblättern: *Cypripedium*, *Neottia*, *Cephalanthera*, *Epipactis* u. a.

Nicht minder überraschend ist die Einrichtung in der Familie der *Asclepiadaceen* (Fig. 582), welche eigentlich auf demselben Prinzipe wie bei den Orchideen beruht, woraus wiederum die so oft ausgesprochene Idee herausklingt, dass ein Organ in welcher Verwandtschaft immer sich zu gleichem Zwecke in gleicher Weise zu adaptieren vermag und dass wir deshalb bei der Abschätzung der verwandtschaftlichen Beziehungen vorsichtig sein müssen, um nicht etwa aus einer solchen Ähnlichkeit auf einen genetischen Zusammenhang zu schliessen. Schon oben (S. 944) haben wir gesagt, dass *Asclepias Cornuti* (A. syriaca) aus dem Konnektiv ein besonderes, kronblattähnliches Gebilde (Corona) herausbildet, welches in der Blüte als Nektarium und zugleich als Blumenkrone fungiert. Fünf entwickelte Staubblätter sind zusammen zu einer Hülle verbunden, welche den Griffel umgibt, der zwischen ihnen mit einer abgestutzten, köpfigen Narbe endigt. Die Antheren sind zwar zweifächrig, aber die Pollentetraden sind zu Pollinarien verklebt, welche sich in ein Stielchen am oberen Ende verschmälern. Diese Stielchen ragen aus jeder Theka heraus und vereinigen sich immer je zwei und zwei aus zwei benach-

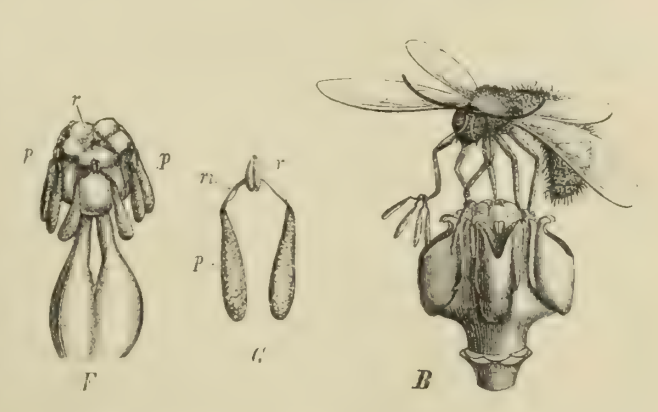


Fig. 582. **Asclepias Cornuti Dne.** *F*) Fruchtknoten und Narbenkopf mit Pollinien behangen, *p*) Pollinien, *r*) Klemmkörper, *ri*) Arme, *G*) Pollinien vergr., *B*) die Biene die Pollinien herausziehend. (Engler Fam. IV.)

barten Staubblättern zu einem eigenartigen Klemmkörper, welcher schon durch seine besondere, dunkle Färbung in der Blüte sichtbar ist. Wenn eine Biene,*) durch den starken Geruch der Blüte angelockt, heranfliegt, so sucht sie den Nektar in der Corona, wobei sie sich unwillkürlich mit ihren Krallen in dem Klemmkörper festhält und zieht sie dann bei dem Bestreben, aus dem Klemmkörper herauszugelangen, beide Pollinarien heraus. Im Sommer, an einem sonnigen Tage, können wir diese, für die Bienen ziemlich unangenehme und mühsame Operation leicht beobachten. Hiebei trägt die Biene an ihren Krallen das Pollinarium auf eine andere Blüte, wo dasselbe an der scheibenförmigen Narbe haften bleibt und die Befruchtung bewerkstelligt (Fig. 582). Auch dieser interessante Befruchtungsvorgang war seit Delpino und Hildebrand Gegenstand der Beobachtung zahlreicher Forscher. Schumann hat die Pollinarien samt dem Klemmkörper Translatoren genannt.

Aber ebenso wie bei den *Orchideen* gibt es auch bei den *Asclepiadeen* Gattungen, welche keinen Pollinarienapparat, sondern gewöhnliche Antheren mit staubartigem Pollen entwickeln. Es ist dies die ganze Sektion der *Periploceae*.

Die Pollenkörner bilden sich in den Mutterzellen der Antherenfächer. Das Gewebe in den letzteren differenziert sich schon in der ersten Jugend der Anthere. Das Antherenfach ist innen mit einer Schicht zarter Zellen (der sog. Tapete) ausgelegt; zwischen dieser und den Wandschichten der Anthere befindet sich ein Gewebesystem, in welchem ganz besonders charakteristisch eine Schicht fibröser Zellen hervortritt, von denen schon oben die Rede war. Die Urmutterzellen im Antherenfach sind polygonal, gewöhnlich isodiametral, zartwandig und mit einem lebenden Plasma angefüllt. Nach ihrer endlichen Teilung entstehen Mutterzellen, welche sich voneinander trennen und einzeln oder in Gruppen frei in der klaren Flüssigkeit im Antherenfache schwimmen. Durch die (von Strasburger zuerst beschriebene) Teilung des Kerns entstehen schliesslich vier Zellen, welche ihre eigenen Zellwände ausbilden und als Pollenkörner in die Erscheinung treten. Die Wände der Mutterzellen zerfliessen, die Flüssigkeit im Antherenfache verschwindet, so dass die Pollenkörner als trockener Staub frei in der Höhlung des Fachs liegen bleiben. Manchmal bleiben die Pollenkörner zu vieren beieinander, manchmal bilden sie auch ganze kugelförmige Gruppen.

Die Teilung in den Mutterzellen bei den Monokotylen erfolgt zumeist in der Weise, dass alle vier Körner in einer Ebene nebeneinander liegen, bei den Dikotylen aber wieder so, dass sie sich in die Ecken eines Tetraeders stellen. Aber ihre Lage kann auch noch eine andere sein, wie es Goebel beschreibt, und soll dies von der Form der Mutterzelle herrühren.

*) In Englers Fam. IV heisst es »Wespe«.

Die Pollenkörner der Angiospermen sind einfache Zellen, welche zumeist in grosser Anzahl einzeln in den Lokulamenten eingebettet sind. Bei den anemophilen Pflanzen sind sie fast durchweg (Gramineen, Rumex, Parietaria, Urtica, Potamogeton, Plantago, Amarantus) kugelig, sehr klein, an der Oberfläche glatt und trocken, damit sie aus der Anthere leicht herausfallen und sich in die Luft erheben können. Bei den Gräsern fliegen sie beim Platzen der Antherenhälften in einigen Augenblicken heraus, so dass wir selten wann in den, aus den Deckspelzen hervorgekommenen Staubblättern noch Pollen vorfinden. Es ist bekannt, dass der Blütenstaub sich an sonnigen Tagen, wenn der Wind weht, gleich einer Wolke feinen Staub über dem Roggenfelde erhebt.

Am häufigsten sind die Pollenkörner bei entomophilen Pflanzen von einer klebrigen, öligen Masse bedeckt, so dass sie sich leicht an die Insekten ankleben, welche sie dann auf andere Blüten übertragen. Solche Pollenkörner kann man durch blosses Schütteln nicht aus den Antheren entfernen. Der Pollen in den Antheren der Gattungen *Oenothera* und *Rhododendron* ist von viscinösen Fädchen durchflochten, welche sich gleich Spinnweben aus den Pollenfächern herausziehen, indem sie zwischen einander die Pollenkörner festhalten. Ihre Aufgabe ist offenbar auch die, das Vertragen des Pollens auf Insektenkörpern zu erleichtern.

Dass sie in der Familie der *Asclepiadaceen* und *Orchidaceen* zu Pollinarien zusammengeklebt sind, wurde bereits oben (S. 953) genügend erläutert.

Die Farbe des Pollens ist in den meisten Fällen gelb, aber auch weisslich, seltener lebhaft rot, orangerot, blau oder violett (Lilium, Anthericum, Geranium, Verbascum, Dianthus u. a.).

Die Grösse der Pollenkörner ist ebenfalls sehr mannigfaltig (Fig. 583). Im ganzen kann man sagen, dass der Pollen der Anemophilen am kleinsten zu sein pflegt. Einen grossen, schon dem blossen Auge als kleine Körner sichtbaren Pollen weisen die *Malvaceen*, die Gattung *Oenothera, Polygonum amphibium*, *Convolvulus*, einige *Cucurbitaceen*, die Gattung *Oxybaphus* u. a. (siehe das Werk Kerners S. 96 II) auf. Auch bei derselben Art können die Pollenkörner ungleich gross sein, was wiederum durch ihre biologische Adaptationen erklärt wird (so z. B. bei den heterostylen Blüten).

Die Wand der Pollenkörner ist stets aus zwei Zellenmembranen, der Exine und Intine, zusammengesetzt. Die Intine pflegt schwächer, überall gleich dick zu sein und hüllt den Pollenschlauch ein, wenn die Exine aufspringt. Die Exine ist mehr oder weniger verdickt, mit sehr mannigfachen Verdickungen an der Aussenseite. Dies hat zur Folge, dass die Pollenkörner von aussen warzig, stachlig, netzig oder auch mit Leisten besetzt erscheinen. Gewöhnlich sind einige rundliche Stellen auf der Exine entweder bedeutend verdünnt oder auch perforiert. Das

sind die Stellen für das Heraustreten der Pollenschläuche. Häufig geschieht es, dass diese Öffnungen durch einen kleinen Deckel geschützt sind, welcher beim Heraustreten des Pollenschlauchs sich abhebt und weggeworfen wird

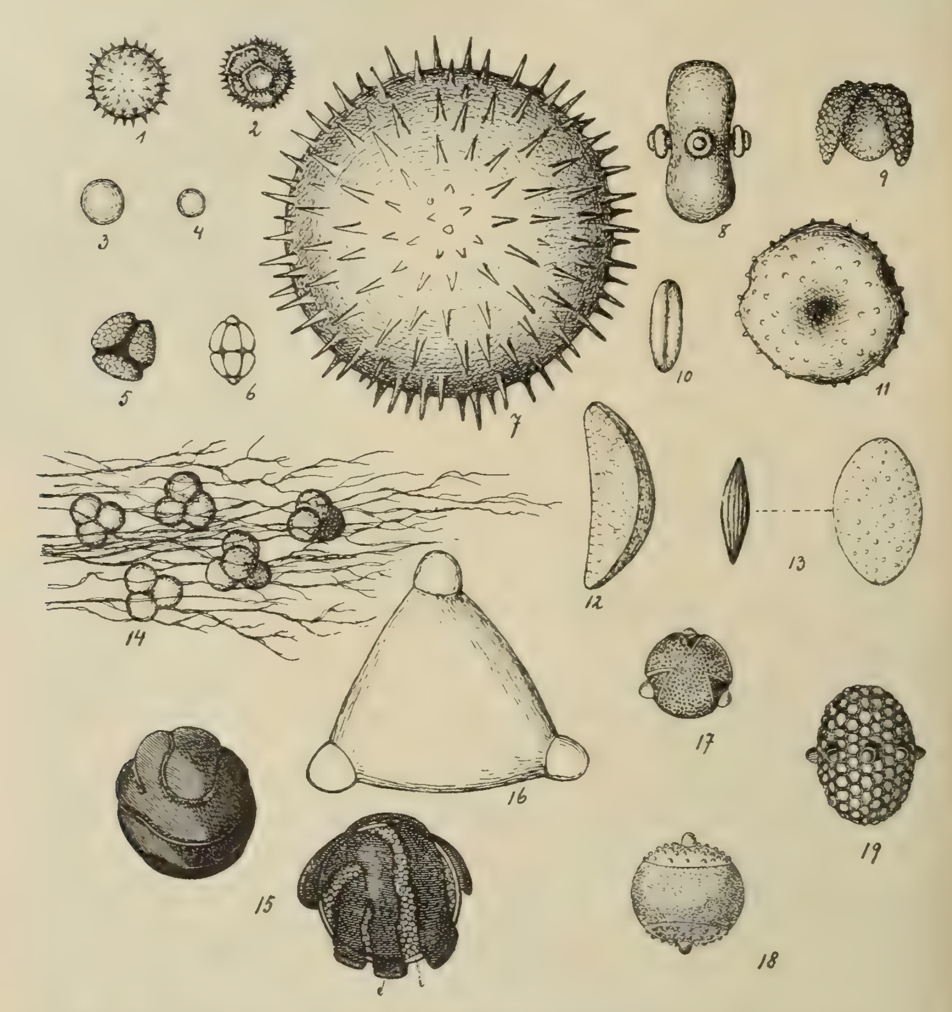


Fig. 583. Pollenkörner der Angiospermen in verhältn. Gr. 1) **Calendula offic.**, 2) **Cichorium Intybus**, 3) **Lolium perenne**, 4) **Plantago lanceolata**, 5) **Illicium anisatum**, 6) **Acacia filicina**, Pollenpakete, 7) **Althaea rosea**, 8) **Morina persica**, 9) **Iris sp.**, 10) **Begonia semperflorens**, 11) **Knautia silvatica**, 12) **Clivia miniata**, 13) **Steudnera alocasioides**, rechts in Wasser gelegt, 14) **Rhododendron sp**, Tetraden mit Viscinfäden, 15) **Thunbergia alata**, *e*) Exine, *i*) Intine, 16) **Oenothera biennis**, 17) **Andrographis paniculata**, 18) **Oreacanthus Mannii**, 19) **Poikilacanthus Tweedianus**. (15 nach Sachs, 17—19 nach Lindau, das Übrige Original.)

(Cucurbitaceae, Fig. 584). Die Anzahl dieser Poren ist je nach den Arten oder Gattungen verschieden; bei der Mehrzahl der Monokotylen ist es eine, bei Ficus und Justicia sind es zwei, drei bei den Cupuliferen, Gera-

niaceen u. s. w., vier u. zw. in den Ecken des Tetraëders bei sehr vielen Gattungen, zahlreiche bei den Malvaceen, Convolvulaceen, Caryophyllaceen u. s. w.

Die Pollenkörner nehmen in der Regel im Wasser viel davon auf, wodurch sie an Umfang bedeutend zunehmen, ihre Gestalt verändern und häufig durch Turgescenz bersten. Deshalb schützt die Pflanze zur Regenszeit ihre Antheren in verschiedener Weise. Wenn wir also die Gestalt der Pollenkörner beobachten wollen, so müssen wir sie auf einem trockenen Objektivglase unter das Mikroskop legen. In Fig. 13, S. 956 ist das Verhältnis des Pollenkorns im trockenen Zustande und im Wasser angedeutet.

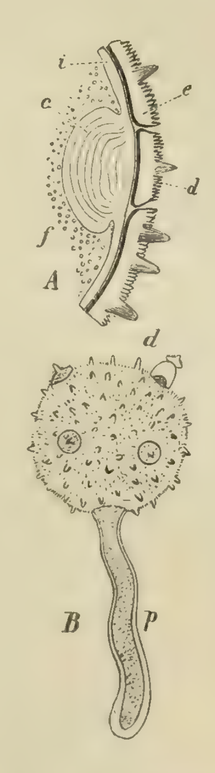


Fig. 584. **Cucurbita Pepo.** *A*) Pollenhaut im Querschnitt, *e*) Exine, *i*) Intine, *d*) Deckel, *c*) Verdickung der Intine, *f*) Plasma. *B*) Pollenkorn im Keimstadium, *p*) Pollenschlauch, *d*) der zweite Pollenschlauch hervorbrechend. (Nach Luerssen.)

Die Form der Pollenkörner ist überaus mannigfaltig und in Kombination mit der besonderen Struktur der Exine wird sie für gewisse Pflanzenarten charakteristisch (Fig. 583). So, wie die anatomischen Eigenschaften der Pflanzen nur in seltenen Fällen sich als kritische Merkmale für Gattungen oder Familien behaupten, so kann auch die Form des Pollens kaum irgendwo als systematisches Kennzeichen benützt werden. Für manche Familien oder Gattungen sind allerdings manche Pollenformen konstant, aber nicht selten geschieht es, dass auch die allernächsten Gattungen eine ganz verschiedene Form des Pollens aufweisen. So hat die grosse Mehrzahl der Compositen runde Pollenkörner mit Stacheln oder Leisten an der Oberfläche; wohl alle Malvaceen haben einen grossen, kugeligen, stachligen Pollen; die Mehrzahl der Gramineen hat einen kugeligen und glatten Pollen, die meisten Monokotylen haben kahnförmige, die Acanthaceen zumeist kugelige oder ellipsoidische Pollenkörner mit einer zierlichen Struktur an der Oberfläche. Es wäre aber ratsam, wenn die Monographen der Pollenkörnerform mehr Aufmerksamkeit schenken würden. Wir verweisen unsere Leser auf die Details in den Arbeiten Mohls, Fritzsches, Schachts und insbesondere Edgeworths.

Die verbreitetste Pollenform ist die kahnförmige (Fig. 583), wo das Pollenkorn die Gestalt eines Kahns oder einer Spindel mit einer tiefen Rinne zeigt. Manchmal sieht man in der Mitte der Rinne einen rundlichen Nabel, offenbar eine Stelle für den Heraustritt des Pollenschlauchs.

Diese Rinne kann auch eine bedeutende Erbreiterung erfahren, so dass ein vertiefter, breiter Längsgürtel entsteht. Ja, bei einigen Arten der Gattung *Iris* (Fig. 583) verwandelt sich der mittlere Gürtel in ein kugeliges Gebilde, welches an den Seiten zwei geflügelte Anhängsel trägt.

Beispiele für die kahnförmige Gestaltung des Pollens haben wir bei Vitis, Loasa, Scrophularia, Begonia, Ilex, Galanthus, Veronica, Aconitum, Anthericum, Lythrum, Salix, Camellia, Genista, Veratrum, Sedum, Hesperis, Verbascum, Helianthemum, Reseda, Lysimachia, Spiraea — also bei Gattungen der verschiedensten Verwandtschaft.

Keilförmig-dreiseitig ist die Gestalt des Pollens bei vielen Amaryllidaceen, so z. B. bei *Clivia* (Fig. 583), wo zugleich eine netzförmige Struktur der Exine erscheint. Kugelförmige Pollenkörner sind sehr verbreitet. Ganz glatte an der Oberfläche haben die vorher erwähnten anemophilen Pflanzen, aber auch manche Cactaceen, dann Hepatica, Daphne Cneorum u. a. Kugelige und aussen warzige Laurus, Dianthus, Crocus u. a. Eine schöne polygonale Struktur weist Phlox paniculata auf. Zahlreiche Stacheln an der Oberfläche zeigt Alcea rosea, die Compositen, Campanula, Lonicera tatarica, Canna u. a. *Alcea rosea* zeigt eine ziemlich komplizierte Struktur der Zellwand. Neben grossen Stacheln an der Exine gibt es da auch noch kleinere Stacheln und zwischen denselben zahlreiche, zur Intine führende Poren, welche an diesen Stellen an der Innenseite verdickt sind wie bei der Gattung Cucurbita (Fig. 584). Nicht selten bemerken wir an der Oberfläche einige seicht eingedrückte Grübchen (Knautia silvatica, Geranium, Impatiens).

Wenn der Pollen durch tetraëdrische Vervierfachung entstanden ist, so hat er eine mehr oder weniger tetraëdrische Form oder eine derselben entsprechende Struktur. So hat Illicium, Corydalis cava, Villarsia, Phillyraea einen kugeligen Pollen, welcher äusserlich durch tiefe, die Kanten des Tetraëders andeutende Rinnen (Fig. 583) gekennzeichnet ist. Eckige oder prismatische Pollenkörner hat Viola tricolor und Alnus.

Bei den Oenotheraceen sind sie einem Tetraëder mit vier besonders angedeuteten Poren in den Ecken des Tetraëders für den Heraustritt der Pollenschläuche (Fig. 16, S. 956) ähnlich.

Wie sehr verschieden die Struktur und Gestalt der Pollenkörner in einer und derselben Familie sein kann, beweisen uns die *Acanthaceen*, wovon wir in Fig. 583 vier kleine Beispiele geben. Wir haben da eine stachlige, in verschiedener Richtung gerillte, gerippte, höckerige u. s. w. Struktur. Auch die Poren, welche durch hervorstehende Näbel angedeutet sind, kommen in verschiedener Anzahl und verschiedener Anordnung vor. Besonders sonderbar verhält sich in dieser Beziehung die Gattung *Thunbergia*, deren Pollen kugelig, in die Exine eingehüllt ist, welche sich beim Keimen in Gestalt flacher Bänder (Fig. 583, 15) abschält, was an die Sporen von Equisetum erinnert.

Interessant ist es, dass gewisse Gattungen der Acanthaceen bestimmte Pollenkörnerformen einhalten, so dass Radlkofer und Lindau diese Unterschiede zur Systematik der genannten Familie benützten (siehe Engl. Fam. IV 3b).

Eine von allen anderen weit abweichende Form zeigen die Pollenkörner von *Zostera* und *Halophila*, welche fadenförmig und parallel im Antherenfache zusammengelegt sind.

In vielen Gattungen und manchmal in ganzen Familien sind die Pollenkörner dauernd zu je einigen in Gruppen vereinigt. Am häufigsten sind dies Tetraden — so, wie sie in dem Mutterzellgewebe ursprünglich entstanden sind. Beispiele findet man an Typha, an den Ericaceen, an Anona und Fourcroya. In der Familie der *Mimosaceen* (siehe Engler) sind Gruppen vereinigter Pollenkörner allgemein (Fig. 583); wir haben da Gruppen (Pakete) von 4, 8, 12, 16, 32 und anderen Zahlen. Die Anordnung im Paket ist zumeist radiär und gibt ein Zeugnis dafür ab, dass alle Körner ursprünglich aus einer einzigen Mutterzelle entstanden sind. Bei Parkia africana und bei der Gattung Inga liegt in jedem Antherenfach nur eine einzige Reihe mehrzelliger Pakete und zwar jedes Paket in einer Kammer (siehe S. 946). In den Gattungen Calliandra und Albizzia (Fig. 585)

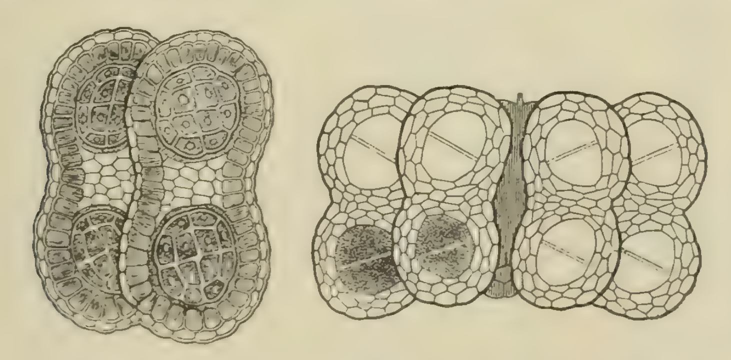


Fig. 585. **Albizzia lophantha Bnth. Hälfte einer fast reifen Anthere (links) mit Pollengruppen, rechts junge Anthere mit Urmutterzellen. (Nach Engler.)**

sind die normalen vier Antherenfächer durch eine Querwand in zwei Fächer geteilt, wodurch jede Anthere acht Fächer erhält, in welche je ein mehrzelliges Paket eingebettet ist. Eigentümlich ist der Umstand, dass wiederum in derselben Familie der Mimosaceen Gattungen mit einfachen Pollenkörnern vorkommen: Mimosa xanthocentra, Entada scandens, Prosopis glandulosa u. a.

In ähnlicher Weise finden wir in der Familie der *Orchidaceen* einen einfachen Pollen (Cypripedium), Pollen in Tetraden (Neottia, Listera) und zu Massulae oder Pollinarien verklebten Pollen.

5. Der Fruchtknoten.

Das weibliche Organ in der Blüte (Gynaeceum) bildet der Fruchtknoten, der auch Stempel (Pistill) genannt wird und — wie die Staubblätter — durch Metamorphose aus dem Blatte entstanden ist, weshalb er in dieser Gestalt als Fruchtblatt (Karpell) bezeichnet wird. Wenn wir uns ein Blatt von gewöhnlicher Form (Fig. 586),

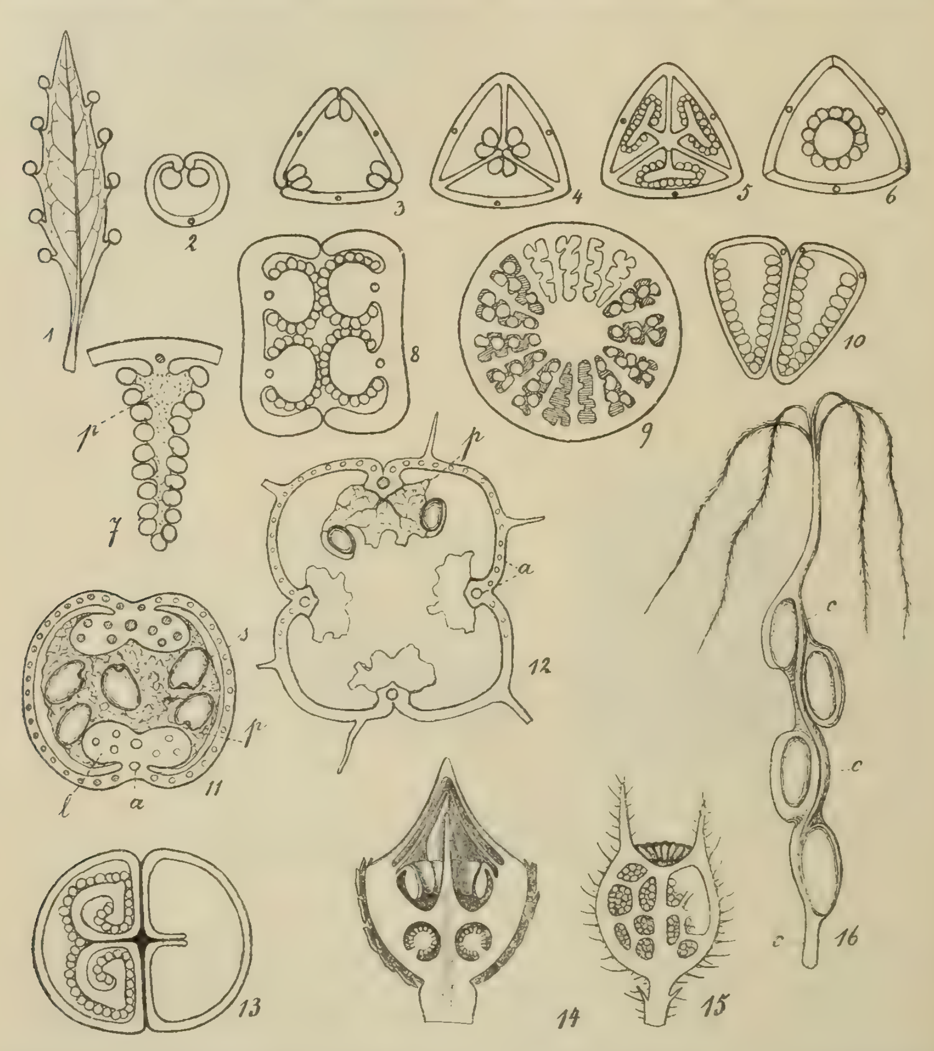


Fig. 586. Zur Morphologie des Fruchtknotens. 1) Ein Fruchtblatt mit randständigen Eichen, 2) einkarpelliger Fruchtknoten, 3—6) dreikarpelliger Fruchtknoten mit verschiedenartiger Placentation, 7) **Papaver alpinum**, Fruchtknotenpartie mit der Placenta (*p*), 8) **Orobanche caryophyllacea**, 9) **Nuphar luteum**, 10) **Butomus umbellatus**, 11) **Glaucium flavum**, 12) **Argemone**, 13) **Chelonanthus chelonoides** (Gentianac.), 14) **Kibessia echinata**, 15) **Myriaspora egensis**, 16) **Centrolepis aristata**; *a*) Gefässbündel, *p*) fleischige Placenta, *l*) eigentliche Placenta, *s*) Eichen, *c*) Gynophor. (Original, **14, 15** nach Mart. Fl. Br.)

welches am Rande kleine Fiedern trägt, derart zusammengerollt denken, dass beide Ränder sich berühren, so entsteht ein schlauchähnliches Gebilde, welches an den zusammengewachsenen Rändern innen die oberwähnten in Eichen (Ovula) umgewandelten Fiedern trägt. Der hohle Schlauch verschmälert sich konform der Gestalt des Fruchtblatts oben zu einer stielförmigen, durch eine verschiedenartig ausgestaltete Narbe (Stigma) abgeschlossenen Verlängerung, welche Griffel (Stylus) genannt wird.

Dies sind die wesentlichsten Teile des Fruchtknotens der Angiospermen und in dieser ursprünglichen Gestalt haben tatsächlich viele Gattungen und Familien ihre Fruchtknoten ausgebildet. Sehen wir z. B. den Fruchtknoten der Familie der *Leguminosen* oder jenen der Gattungen *Caltha*, *Helleborus* u. a. Ein solcher einfacher Fruchtknoten braucht aber die Blütenachse nicht allein abzuschliessen, es können auch zahlreiche Fruchtknoten an der mehr oder weniger verlängerten Blütenachse in spiraliger oder kreisförmiger Anordnung zusammengestellt sein. So haben wir zahlreiche spiralig angeordnete Fruchtknoten bei den Gattungen *Myosurus*, *Ranunculus*, *Magnolia*, *Potentilla*, aber bei den Gattungen *Caltha*, *Helleborus* und *Sedum* verbinden sie sich schon zu einem Kreise. Bei der Gattung *Nigella* wachsen die sonst im Kreise angeordneten Fruchtknoten mit den Berührungsflächen zusammen, so dass ein aus so vielen Fächern, als es ursprünglich Fruchtknoten gab, kombiniertes Totalgebilde entsteht. Wir haben also hier einen aus mehreren Fruchtblättern bestehenden, mehrfächrigen Fruchtknoten. Die Zusammenwachsung mehrerer Fruchtblätter kann aber auch in der Weise erfolgen, dass bloss die Ränder der benachbarten Fruchtblätter verwachsen und dass das Ganze dann zwar einen aus mehreren Fruchtblättern bestehenden, aber einfächrigen Fruchtknoten (Fig. 586, 3) vorstellt, wie wir dies z. B. bei der Gattung *Viola* sehen. Zwischen den beiden ebengenannten Typen können aber noch Übergänge in zweifacher Richtung vorkommen: entweder reichen die zusammengewachsenen Ränder zwar weit in die Höhlung des Fruchtknotens hinein, aber sie verbinden sich dennoch in der Mittelachse nicht, oder es verwachsen die Fruchtblätter bloss in der unteren Partie, während sie in der oberen untereinander frei bleiben, wie wir dafür zahlreiche Belege in der Familie der *Saxifragaceen* finden. Den ersteren Fall können wir in interessanter Ausgestaltung an manchen Gattungen der Familie der *Caryophyllaceen* verfolgen. Hier pflegt nämlich der Fruchtknoten im unteren Teile vollkommen 3–5fächerig, aber im oberen Teile einfächerig zu sein und zwar infolge dessen, dass bloss die Ränder der Fruchtblätter zusammenwuchsen. Aber noch andere Variationen der unvollkommenen Verwachsung der Fruchtblätter können wir finden. Diese Fälle bestätigen zugleich die theoretische Anschauung, dass jedweder Fruchtknoten ursprünglich aus flachen Phyllomen entstanden ist. Die Gattung *Reseda* hat einen dreikarpelligen, das

ganze Leben der Pflanze über unverwachsenen, also vollkommen offenen Fruchtknoten; ähnlich verhält sich die Sache bei *Parnassia.* Die Gattung *Mitrasacme* (Logan.) zeigt ebenfalls einen schon in der Jugend offenen, zweikarpelligen Fruchtknoten. Verschiedene Gattungen der Familie der *Apocynaceen* und *Asclepiadaceen* haben zwei Karpelle bloss am Ende zusammengewachsen, was auch bei der Gattung *Sterculia* der Fall ist. In der Familie der *Gentianaceen* (Fig. 586) finden wir dann zwar zwei Karpelle zu einem zweifächrigen Fruchtknoten vereinigt, aber die Ränder sind eigentlich bloss aneinandergeklebt, unverwachsen, so dass wir sie leicht voneinander trennen können und faktisch tritt auch zur Reifezeit eine solche Abtrennung ein.

Auf Grund der angeführten Beispiele wird wohl niemand an der Phyllombeschaffenheit der Fruchtknoten zweifeln, denn die ganze Sache ist überaus klar und dennoch — wie wir gleich hören werden — haben viele Autoren wenn nicht die ganzen Fruchtknoten, so doch wenigstens Teile derselben oder wenigstens manche Fälle der Fruchtknoten als Achsenprodukte angesehen. Die Ursache dieser divergierenden Ansichten beruht — wie immer — auf der Entwicklung in der Jugend. Wir aber wollen die Ontogenese der Fruchtknoten gänzlich beiseite lassen, denn derartige Erkenntnisse drücken überhaupt keine wissenschaftliche Idee aus, da sie bloss eine gedankenlose Beschreibung des Fruchtknotenwachstums bieten.

Eine besondere Abweichung von dem eben geschilderten Typus des fächerigen Fruchtknotens bildet die Gattung *Centrolepis* (Fig. 586). Hier gibt es ebenfalls mehrere schlauchförmige Karpelle, dieselben wachsen aber abwechselnd in zwei Reihen übereinander zusammen, was wir uns so vorstellen müssen, dass der Stiel eines jeden Karpells mit den Stielen der anderen Karpelle verwächst, so dass zwischen allen sich eine gemeinschaftliche Rippe hinzieht, welche dann zu einem gemeinsamen Karpophor (*c*) verschmilzt.

Nicht minder primitive Fruchtknoten finden wir bei der Gattung *Pandanus*, wo die verschiedene Anzahl der einkarpelligen und einfächrigen Fruchtknoten ohne alle Ordnung zusammenwächst, indem letztere eine Art von Fruchtknotenkonglomeraten bilden. Es ist gewiss ein bemerkenswerter Umstand, denn auch die männlichen Blüten zeigen einen überaus primitiven Bau, was eine Bestätigung der von uns oben (S. 892, 600) ausgesprochenen Ansicht bildet, dass *Pandanus* einen uralten geologischen Typus der monokotylen Angiospermen darstellt.

Bevor wir jedoch die streitigen Fruchtknotenfälle durchnehmen werden, wollen wir dem Baue der Scheidewände, Placenten, Griffel und Narben im Fruchtknoten nähere Aufmerksamkeit schenken.

Die Stelle im Fruchtknoten, an welcher die Eichen ansitzen, heisst die Placenta. Diese Placenten zeigen sich in dem einfächrigen, aber aus

mehreren Karpellen bestehenden Fruchtknoten gewöhnlich nur als Ränder der verwachsenen Fruchtblätter und heissen deshalb **wandständig**. Wenn die Fruchtblätter aber in der Achse zu mehreren Fächern zusammenwachsen, so geraten die Eichen im Fruchtknoten in eine **zentralwinkelständige** Position. Bei vielen Gattungen geschieht es, dass aus dem inneren Winkel breite Leisten herauswachsen, welche sich auch teilen und die Eichen an den Gabeln tragen können (Fig. 586, Rhododendron, Pirola, Tovaria, Vellozia, Begonia u. a.). Oder es fliessen die Ränder der Karpelle im Zentrum zu einer starken, dicken Säule zusammen, welche nur durch schwache Scheidewände mit den Fruchtknotenwänden verbunden sind (Saxifraga, Caryophyllaceae, Hydrophyllum). Es gibt aber auch Ausnahmen von der eben erwähnten Regel. So finden wir bei der Gattung *Nuphar* an der ganzen Oberfläche der Scheidewände (Fig. 586) kleine Vorsprünge, auf welchen die Eichen sitzen. Bei der Gattung *Papaver* befindet sich auf der ganzen Oberfläche der unvollkommenen Scheidewände (Fig. 586) eine Menge von Eichen. Bei der Gattung *Butomus* (Fig. 586) sitzen zahlreiche Eichen an der ganzen Oberfläche der Fächer mit Ausnahme der Aussenwand. Ein gleiches ist der Fall bei den Gattungen *Apeiba* (Tiliac.), *Carica* und *Zeyhera* (Bignon.). In den erwähnten Fällen sitzen also die Eichen nicht am Rande der Fruchtblätter, sondern an deren flachen Oberfläche! Eine noch auffallendere Placierung der Placenten zeigt die Gattung *Orobanche*. Hier ziehen sich in dem einfächrigen und zweikarpelligen Fruchtknoten zwei hervortretende Placenten (Fig. 586) an der Rückenseite der Karpelle hin. Ja, hier enthält selbst der Rücken der Karpelle keinen Nerv; er ist bloss in den beiden Placenten vorhanden.

Regelmässig geschieht es, dass im Fruchtknoten jedes Karpell durch einen Nerv oberhalb der **Kommissuren** (d. h. oberhalb der Stelle, wo die Ränder der Karpelle zusammenwuchsen) angedeutet ist. Die Gegenwart der Kommissuralnerven bestätigt die alte Erfahrung, dass die Organe sich mit dem erforderlichen Gewebe, ohne Rücksicht auf die morphologischen Verhältnisse versehen. Die Placenten sind der wichtigste Teil des Fruchtknotens, denn sie bilden nicht nur das mechanische Substrat der Eichen, sondern müssen die letzteren gleichzeitig auch mit Nahrungsstoff versehen, was durch den eben genannten Nerv unterstützt wird. Im Fruchtknoten der oben beschriebenen *Orobanche* ist infolge dessen weder ein Kommissural- noch ein Dorsalnerv, sondern bloss ein Placentarnerv entwickelt. Man möge auch die Gattung *Butomus* vergleichen.*)

Was die **Scheidewände** anbelangt, so müssen stets **wahre** und **unechte** Scheidewände unterschieden werden. Die wahren Scheidewände sind durch die verwachsenen Ränder der Fruchtblätter gebildet und be-

---

* Zur eingehenden Orientation in der anatomischen Zusammensetzung des Fruchtknotens und der Receptacula, insbesondere was die Gefässbündel anbelangt, empfehlen wir das grosse Werk **Van Tieghems**.

finden sich deshalb immer dort, wo die Kommissuren durchlaufen. Die unechten Scheidewände können als äusserliche Wucherungen aus den Karpellen, an welchem Orte immer, an den Wänden des Fruchtknotens — also auch aus dem Rücken der Karpelle oder aus den eigentlichen Placenten oder Kommissuren herauswachsen. Ein hübsches Beispiel bietet uns der Fruchtknoten der gemeinen *Datura Stramonium* (Fig. 587), welcher wie bei den anderen Solanaceen aus zwei zu zwei Fächern zusammengewachsenen Karpellen zusammengesetzt ist. In dem unteren Teile des Fruchtknotens bildet sich noch eine unechte Scheidewand, welche die Rücken und Placenten verbindet, wodurch vier Fächer entstehen und später sich auch die Kapsel mit vier Klappen öffnet. Die Schoten der *Cassia Fistula* sind durch zahlreiche Querwände in eine Reihe von obereinander befindlichen Fächern geteilt; in jedem Fache befindet sich ein Eichen. Die Schote der Gattung *Astragalus* ist unvollkommen zweifächerig infolge einer Scheidewand aus dem Rücken des Karpells. Zumeist teilen sich die Karpelle und Fächer durch senkrechte Scheidewände. So teilen allgemein in der Familie der *Boragineen* und *Labiaten* die Dorsalscheidewände die ursprünglich zweifächerigen Fruchtknoten in vier Fächer mit je einem Eichen. Ebenso bei den Gattungen *Linum* und *Malva*. Aber bei einigen *Malvaceen* teilen sich ausserdem noch die Fächer durch horizontale Scheidewände, wodurch zwei Stockwerke von Fächern obereinander entstehen. In ähnlicher Weise entstehen noch mehrere Stockwerke in den Fruchtknoten der Gattung *Nolana*. In der Gattung *Rhodomyrtus* (aus der Familie der *Myrtaceen*) entstehen aus den ursprünglichen drei Fächern durch senkrechte Scheidewände sechs Fächer und aus diesen durch etliche horizontale Scheidewände ein ganzes System obereinander liegender Fächer (Engl. Fam. III 7).

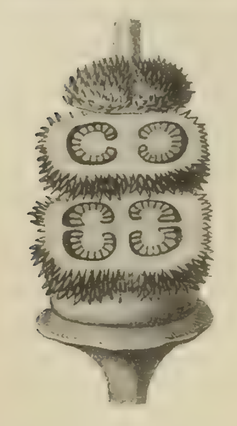


Fig. 587. **Datura Stramonium,** Fruchtknoten unten vierfächerig, oben zweifächerig. (Nach Marchand.)

Eine besondere Bedeutung erlangte die unechte Scheidewand im Fruchtknoten der Familie der *Cruciferen*. Hier ist der Fruchtknoten einfächerig, aus zwei Karpellen mit Wandplacenten gebildet. Aus der Placenta zwischen beiden Reihen von Eichen wächst aber eine zarte Scheidewand heraus, welche die Höhlung in zwei Fächer teilt und zwischen den hartgewordenen Rändern der Kommissuren zur Reifezeit als zarte, in einem Rahmen ausgespannte Membran (Replum), wenn die beiden Klappen abgefallen sind, übrig bleibt. In diesem Falle ist es klar, dass die Scheidewand nur als sekundäre Auswachsung aus der eigentlichen Karpellplacenta entstanden ist, denn die Eichen sitzen auf wahren Wandplacenten. Und diese Erscheinung kann zur Erklärung wenigstens einiger fraglichen Pla-

centen benützt werden. Es ist dies namentlich die schon früher erwähnte Gattung *Papaver*, welche im Fruchtknoten flache Rippen als unvollständige Scheidewände besitzt, welche zwar fast bis zur Mitte des Fruchtknotens reichen, aber nicht zusammenfliessen. An ihrer ganzen Oberfläche sitzen zahlreiche Eichen. Wenn wir der anatomischen Struktur dieser Scheidewände unsere Aufmerksamkeit zuwenden, so sehen wir, dass sich dieselben bedeutend von der kleinen, verengerten Basis unterscheiden, welche mit der Fruchtknotenwand zusammenhängt. Dies ist noch schöner bei der Gattung *Argemone* (Fig. 586) zu sehen, wo beide Ränder der Fruchtblätter sich scharf unterscheiden von der fleischigen, dicken Placenta, an der die Eichen sitzen. Bei der Gattung *Glaucium* nimmt das Wachstum dieser fleischigen Placenta derart zu, dass sie sich mit der gegenüberstehenden zu einem mächtigen, schwammigen Gebilde verbindet, welches fast die ganze Höhlung des Fruchtknotens einnimmt und in welchem die Eichen eingebettet sind (Fig. 586). Bei der Gattung *Chelidonium* und ihrer Verwandtschaft gibt es keine solche schwammige Placenten, denn hier sitzen die Eichen an den Rändern der Karpelle selbst. Aus allen diesen Fällen abstrahieren wir die deutliche Belehrung, dass bei den Gattungen *Papaver*, *Argemone* und *Glaucium* die schwammigen Placenten keine eigentlichen Placenten, sondern nur sekundäre Effigurationen aus der eigentlichen, wahren Placenta und dem Replum der Cruciferen vollkommen gleichwertig sind. Hier aber entwickeln sich die Eichen an diesen unechten Placenten, während sie bei den Cruciferen auf den wahren Placenten bleiben. Diese Erfahrung führt uns weiter zu der, der Wahrheit wohl nahekommenden Ansicht, dass die Placenten auch anderwärts, wo sie besonders mächtig entwickelt sind und eine grosse Menge von Eichen tragen, dieselbe Bedeutung haben dürften, was für das vergleichende Studium dieser Sache ein dankbares Thema abgeben würde.

Es ist sicherlich ein eigentümlicher Umstand, dass bei Pflanzen, welche an stark entwickelten Placenten eine so ungeheure Menge von Eichen anlegen, wie es die Orchideen, Pirola, Monotropa und Begonia sind, auch hier die Eichen als einfache Abschnitte der Fruchtblätter angesehen werden sollten, wie dies bei den Ranunculaceen, Cruciferen oder Leguminosen der Fall ist. Es hat vielmehr den Anschein, dass hier die Eichen ein sekundäres Produkt der aus der eigentlichen Placenta des Fruchtknotens entstandenen Placenta sind. Dadurch würde allerdings die Foliolartheorie, von der wir noch handeln werden, ihre Geltung nicht einbüssen, wohl aber gewisse Modifikationen erleiden, wie dies übrigens bei Pflanzenorganen häufig der Fall zu sein pflegt.

Eine besondere Art der Dislocierung der Placenten entsteht infolge einer Verschiebung durch einseitiges Wachstum. Beispiele sehen wir an *Punica*, *Mesembryanthemum* und *Trochodendron*, welchen ähnliche Fälle aber auch anderwärts verzeichnet werden könnten.

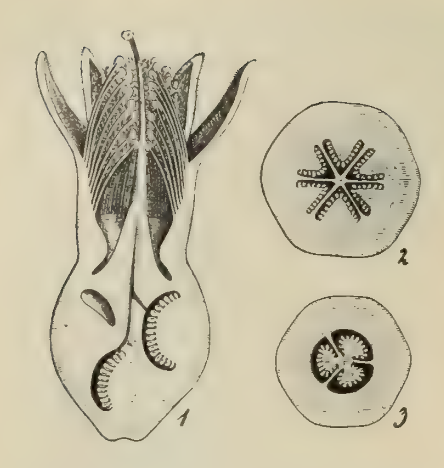


Fig. 588. **Punica Granatum,** 1) Blüte im Längsschn., 2) Querschnitt durch die obere, 3) durch die untere Fruchtknotenpartie (Engler Fam. III 7).

Die runden Früchte von *Punica Granatum* sind dadurch bemerkenswert, dass sie zwei Stockwerke von Fächern obereinander (Fig. 588) enthalten, von denen die oberen Wandplacenten und die unteren Placenten aus den Zentralwinkeln haben. Diese — gewiss ungewöhnliche — Erscheinung wird dadurch erklärt (Berg, Fl. Br. XIV 1), dass ursprünglich alle Fächer oder Fruchtknoten in gleicher Höhe standen, aber in zwei Kreisen, einem äusseren und einem inneren. Nun haben sich aber infolge des intensiven Wachstums des Blütenbodens unterhalb des äusseren Kreises die Fächer desselben oberhalb des inneren Kreises hinaufgeschoben und dabei — wiederum infolge intensiveren Wachstums — erfolgte eine Verschiebung der Placenten auf die äussere Seite. Der innere Fächerkreis verbleibt aber stets in seiner unveränderten Position.

Die Gattung *Mesembryanthemum* zeigt ursprünglich im fünffächrigen Fruchtknoten zahlreiche Eichen an dem inneren Winkel angeheftet, aber diese Placenten verschieben sich im Verlaufe des Wachstums auf die Basis der Fächer und von da hinauf auf die Aussenwände der Fächer, so dass die Placenten dann auf den Rücken der Karpelle zwischen den wahren Scheidewänden erscheinen. Manchmal wachsen aus diesen Placenten noch andere (unechte) Scheidewände, so dass dann die Fruchtknoten zehnfächrig werden.

Die zahlreichen Eichen in dem mehrfächrigen Fruchtknoten der Gattung *Trochodendron* (Engl. Fam. III 2) befinden sich an den, an die Oberseite der Fächer verschobenen Placenten, so dass sie eigentlich von oben in das Innere der Fächer hineinhängen. Eine sonderbare Placentation weist die Gattung *Hydnora* auf, welche einer näheren morphologischen Untersuchung unterzogen werden sollte.

Der Griffel an den Fruchtknoten hat eine verschiedene Länge (siehe z. B. die Fig. 560); manchmal ist er so verkürzt, dass die Narbe direkt auf dem Fruchtknoten sitzt. Die Höhlung des Fruchtknotens übergeht mehr oder weniger in den Griffel, indem sie in diesem einen Kanal bildet, der mit verschiedenartig geformten Höckerchen, Härchen und einem nässelnde Feuchtigkeit absondernden Gewebe ausgelegt ist, durch welches sich die Pollenschläuche hindurchdrängen. Wenn die obere Partie keinen Kanal enthält, so befindet sich innen ein besonderes Leit-

gewebe, durch welches die Pollenschläuche aus der Narbe hindurchwachsen.

Wenn mehrere Karpelle zu einem einzigen Fruchtknoten vereinigt sind, so ist natürlicherweise ein jeder durch seinen Griffel und seine Narbe abgeschlossen. Deshalb können wir nach der Anzahl der Griffel leicht abschätzen, aus wie vielen Karpellen, eventuell Fächern der Fruchtknoten zusammengesetzt ist (Geranium, Agrostemma Fig. 591). Allerdings wachsen in vielen Fällen die Griffel mehr oder weniger zu einem säulenförmigen Griffel zusammen, welcher am Ende nur mit einigen freien Armen versehen oder wenigstens durch Narbenlappen abgeschlossen ist (Oenothera, Polygonum). Seltener geschieht es, dass die Narbe ganz ist und durch abgeteilte Lappen die Anzahl der Karpelle nicht andeutet (Primula, Vinca). Es ist auch begreiflich, dass der Griffel, welcher die verlängerte Spitze des Fruchtblatts darstellt, dem Rücken des letzteren entspricht, was zur Folge hat, dass die Narbenarme auf dem zusammengewachsenen, säulenförmigen Griffel oberhalb der Fächer- oder Karpellenrücken stehen müssen.

Von den hier dargelegten normalen Verhältnissen haben wir wieder verschiedene Abweichungen oder besser gesagt: scheinbare Abweichungen. So finden wir die grossen, blattartigen Narben der Gattung *Iris* richtig oberhalb der Staubblätter (des äusseren Kreises, da der innere abortiert ist). Aber bei der verwandten Gattung *Sisyrinchium* stehen die Narben zwischen den Staubblättern, was Pax dadurch erklärt, dass sie infolge des Drucks der übrigen Blütenteile, namentlich der Staubgefässe, in diese Position verschoben worden sind. Bei vielen Arten der Gattung *Salix* stehen zwei Narben normalerweise oberhalb des Rückens des zweikarpelligen Fruchtknotens, aber bei anderen Arten oberhalb der Kommissuren. Dies wird so erklärt, dass die Narbe, wie es häufig geschieht, sich entzweiteilt, wobei die benachbarten Arme wieder zusammenwachsen können, wodurch der so zusammengewachsene Arm ober die Kommissur gerät. Ein besonders hübsches Beispiel einer derartigen Verwachsung der Narbenarme finden wir an der scheibenförmigen, grossen Narbe der Gattung *Papaver*, deren Strahlen stets oberhalb des Karpell- oder Fächerrückens stehen. An abnormen Früchten von *Papaver somniferum* habe ich eine, aus der Kapsel weiter herauswachsende, mit freien Karpellen in spiraliger Anordnung besetzte Blütenachse gefunden. Diese Karpelle waren tatsächlich durch eine zweilappige Narbe beendigt!

Ganz besondere Verhältnisse können wir an den Narben der *Gräser* (Gramineen) beobachten. Wie bekannt, besteht der Fruchtknoten der Gramineen aus einem einzigen Karpell, welches mit der Kommissur der Mutterachse zugewendet ist. Der Fruchtknoten ist also einfächerig und eineiig. Diese Form ist bei allen Gattungen konstant, selbst dann, wenn sich die übrigen Verhältnisse in der Blüte ändern. An dem Fruchtknoten

sitzen aber zwei federförmige Narben in transversaler Lage. *Nardus* hat eine einzige Narbe, welche ober dem Rücken des Karpells (in der Mediane) steht. Abnormerweise kommen hie und da und bei vielen *Bambuseen* regelmässig drei Narben vor. Manchmal entwickelt sich ein gezähneltes Rudiment oberhalb der Kommissur. Wie diese Verhältnisse aufzufassen seien, ist bisher noch unaufgeklärt und sollten in dieser Beziehung weitere Studien angestellt werden. Die einen nehmen an, dass hier ein einziger, aber zweiteiliger Griffel auf einem einzigen Karpell vorhanden sei, die anderen sind der Ansicht, dass man es eigentlich mit einem dreikarpelligen Fruchtknoten mit reduziertem drittem Karpell und reduziertem drittem Griffel zu tun habe, noch andere schliesslich glauben, dass beide Griffel stipuläre Seitengebilde vorstellen, bei denen die Spreite abortierte (in der Mediane).

Die Form der Narbe weist eine unendliche Mannigfaltigkeit auf, welche durch eine Einteilung oder Beschreibung gar nicht erfassbar ist. Einem jeden sind köpfige, fadenförmige, blattartige, federförmige, einem ausgespannten Regenschirme ähnliche (Sarracenia, Tupistra, Fig. 21, Taf. VII) u. s. w. Narben bekannt. Bloss beispielsweise führen wir an: Tulipa, Geranium, Iris, Bromus, Polygala, Justicia, Vangeria, Vinca, Begonia. Im ganzen kann man immer die Beobachtung machen, dass die zur Bestäubung durch den Wind bestimmten Narben ziemlich gross, gefranst oder federförmig sind, damit die Pollenkörner sich leicht an ihnen verfangen. Sehr häufig sind die Narben in zwei oder mehrere Arme oder Fäden geteilt (Najas, Crocus, Malva u. a.). Wie sich die Narben zu biologischen Zwecken in derselben Verwandtschaft verändern, sehen wir in Fig. 589 an zwei *Ericaceen* vom Kap. Beide Abbildungen sind zugleich ein Beispiel der plastischen Blütenvariation in der genannten Familie, denn hier macht einzig und allein in der Gattung *Erica* die Blüte, was die Krone, den Kelch, die Staubblätter und die Narben anbelangt, ungemein bizarre Formen durch, welche eine ähnliche Polymorphie in der Familie der Orchidaceen in Erinnerung rufen.



Fig. 589. Beispiele von Blüten der Ericaceen: 1) **Omphalocarion muscosum**, 2) **Syndesmanthus** sp. (Original).

Die Form des Fruchtknotens ist allerdings gleichfalls mannigfaltig und bewegt sich dieselbe zwischen kugeliger und zylindrischer Gestaltung; an der Oberfläche ist er rundlich oder auch kantig und gefurcht. Häufig werden durch die äusseren Furchen die Kommissuren angedeutet und so sind auch von aussen die einzelnen Karpelle sichtbar. Aber dieses Merkmal kann uns oft täuschen. So besitzt

Fritillaria und *Ornithogalum* einen dreifächrigen, äusserlich dreiseitigen Fruchtknoten mit tiefen Furchen an den Karpellrücken und *Trillium* einen gleichmässig sechseckigen Fruchtknoten mit Kommissuren an den flachen Seiten.

Eine besondere Erwähnung verdienen die Fruchtknoten, welche die Narben oder Griffel an der Seite oder Basis des Fruchtknotens tragen. Derartig sind sie z. B. in den Familien der *Boraginaceen* und *Labiaten*, bei denen der dünne, fadenförmige Griffel zwischen vier Klausen hervortritt. Ähnlich ist auch der Fruchtknoten der Gattungen *Gluta* (Anacard.), *Ficus*, *Plagiospermum* (Celastrin.), *Suriana maritima* (Simarub.) eingerichtet. Wie diese Fruchtknotenform sich ausbildet, das sehen wir anschaulich an der Fig. 16—18, Taf. IX von *Xanthorhiza apifolia* (Ranunc.) dargestellt. Die einkarpelligen und zweieiigen Fruchtknoten befinden sich frei auf dem Blütenboden und zeigen die gewöhnliche Gestalt *(b)*, also mit einem Terminalgriffel. Zur Zeit der Fruchtreife beginnt aber die Kommissuralseite intensiver als die Dorsalseite zu wachsen, wodurch der Griffel schliesslich in eine seitwärtige Lage gerät *(d)*. In ähnlicher Weise entwickeln sich die Fruchtknoten von *Rajania hastata* L. (Dioscor. Hook. Ic. 1392). Die Entwicklung des ähnlich gestalteten Fruchtknotens von *Alchemilla arvensis* zeigt nach der Beobachtung Murbecks einen eigentümlichen Vorgang (Fig. 590). Das einzige, fast terminal gestellte Ovulum ist anfangs vom einzigen Karpell überhaupt nicht eingeschlossen. Erst später überzieht das Karpell das Ovulum in der Weise, dass der Griffel in die Blütenachse fällt. Zuletzt wölbt sich die Rückenseite des Karpells so stark, dass die Griffelbasis auf die andere Seite gerät und endlich mit der Placenta unten verwächst und das Ovulum vollständig einschliesst. *Alchemilla argyrophylla* Oliv. (Hook. Ic. 1505) ist umsomehr interessant, weil mehrere derartige Fruchtknoten in einem Becher sitzen und dieselben lang und dünn gestielt sind (Gynophor). In der Gattung *Potentilla* gibt es alle Übergänge vom Fruchtknoten mit einem Basalgriffel bis zu Fruchtknoten mit einem terminalen Griffel. Auch der sonderbare Fruchtknoten der *Petiveria alliacea* (Phytolacc., Fig. 9, Taf. VIII) mit einer fadenförmig geteilten Narbe an der Basis entstand durch ungleichmässiges Wachstum.

Nun wollen wir noch einige Fälle von Fruchtknotenkomplikationen durchnehmen.

Hieher gehören einige Gattungen der tropischen Familie der *Melastomaceen* (Fig. 586). Es betrifft dies die Ausgestaltung der Fächer und Placenten. In einer ganzen Reihe von Gattungen kommt ein normaler fünffächeriger Fruchtknoten mit Placenten am inneren Winkel vor. Anderwärts aber verlängern sich die Placenten zu schmalen, langen Leisten, welche erst am Ende sich erbreitern und hier zahlreiche Eichen tragen (Microlepis). Nun können sich die schmalen Leisten von oben herab reduzieren, die verdickten Placenten aber bleiben und sich infolge des Wachstums

auf die Basis des Fruchtknotens verschieben (*Dissotis eximia*), bis zuletzt die Placenten in dem fünffächerigen Fruchtknoten aus der Basis der Fächer hervorkommen (Kibessia). Schliesslich gibt es Gattungen (Memecylon), wo nicht nur die Placentenleisten, sondern auch die Scheidewände selbst verschwinden und die Samen aus der Mittelsäule, wie bei den Primulaceen heraustreten.

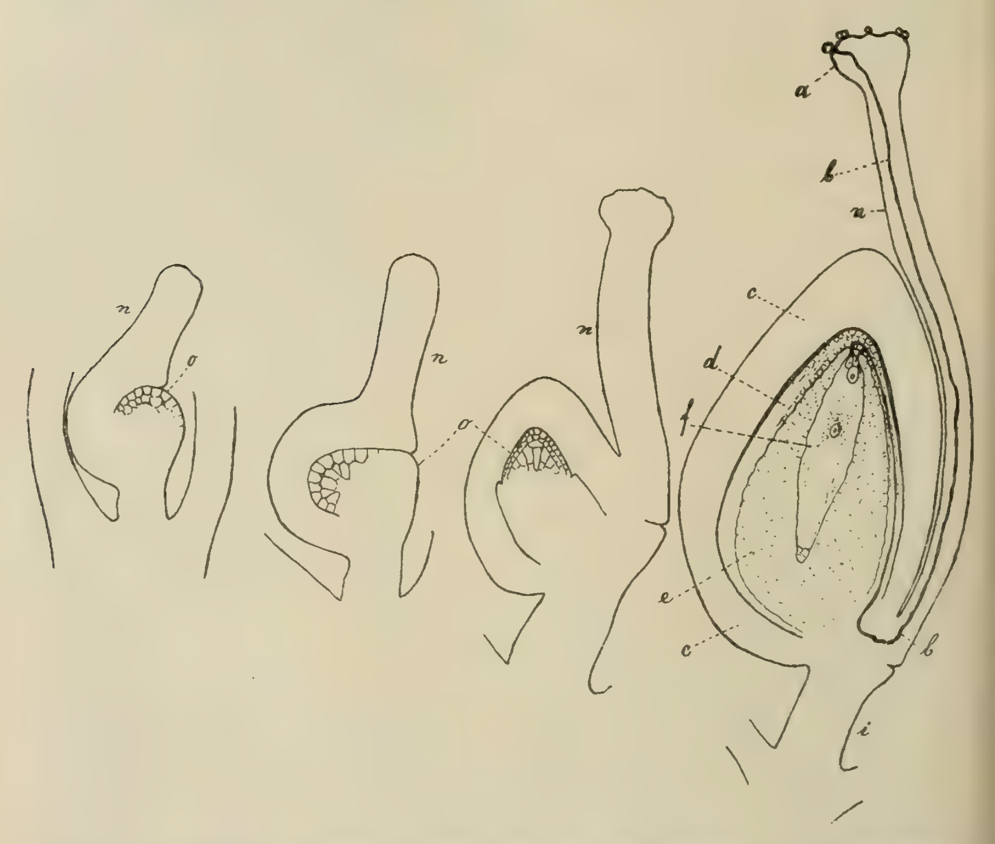


Fig. 590. **Alchemilla arvensis**, Entwicklung des Fruchtknotens u. die chalazogame Befruchtung; *a*) Narbe, *b*) Pollenschlauch, *c*) Karpell, *d*) Integument, *e*) Nucellus, *f*) Embryosack, *n*) Griffel, *o*) Ovulum, *i*) Fruchtknotenstiel. (Nach Murbeck.)

So, wie die Placenten und Scheidewände bei den genannten Gattungen verschwinden, so teilen sich umgekehrt bei *Myriaspora egensis* die Placenten in mehrere Zweige, so dass aus den ursprünglichen fünf Fächern eine grosse Anzahl von Fächern ober- und nebeneinander entsteht.

Die meisten Differenzen findet man unter den Autoren bei der Auslegung des Fruchtknotens der *Primulaceen*. Die Gattung *Primula* z. B. hat einen mehr oder weniger kugeligen, innen vollkommen einfächrigen Fruchtknoten, welcher durch einen einfachen Griffel und eine einfache Narbe endigt. Aus dem Blütenboden wächst eine fast kugelige

Placenta heraus, an welcher dicht aneinander zahlreiche Eichen sitzen. Die Placenta macht also den Eindruck, als ob sie eine direkte Verlängerung der Blütenachse wäre, weshalb viele Autoren sie auch als Achse angesehen haben. Die Fruchtknotenwände sind aus fünf vollkommen verwachsenen Karpellen in der Weise gebildet, dass von Kommissuren keine Spur da ist. Aber fünf deutliche Dorsalnerven deuten die Rücken der fünf Karpelle unzweifelhaft an.

Wenn wir die Zentralsäule der Gattung *Primula* wirklich als axile Placenta anerkennen wollten, so würde auch die Theorie entfallen, derzufolge die Eichen ein Bestandteil der Karpelle sind, denn bei *Primula* wären die Eichen ein Erzeugnis der Achse. Darnach müssten wir Placenten und Eichen von Phyllom- und Achsenbeschaffenheit unterscheiden. Schon von vornherein muss uns diese Verschiedenheit der Erklärung eines und desselben Organs in der Blüte verdächtig sein, wenn wir wissen, wie streng die phylogenetische Entwicklung der Blütenorgane überall durchgeführt ist. Die älteren Botaniker (z. B. Wigand) sahen überhaupt alle Placenten als Achsenorgane an, andere (Sachs, Hanstein, Huisgen, Peyritsch u. a.) sagten, dass die Placenten bald axilen, bald Phyllomursprung haben. Noch andere (Trécul u. a.) schliesslich haben sogar die ganzen Fruchtknoten als ausgehöhlte Achsen angesehen. Alle genannten Autoren wurden durch die Beobachtung der Entwicklung des Fruchtknotens in der Jugend, namentlich aber der sich intensiv entwickelnden Placenta auf einen falschen Weg verleitet. Wir wollen davon absehen, neuerdings über die Wertlosigkeit der Entwicklung in der Jugend Worte zu verlieren und bemerken bloss, dass ganz natürlicherweise die Placenten sich als kräftigstes Organ im Fruchtknoten entwickeln, weil sie auch dessen wichtigstes Organ sind, denn es muss das wertvollste in der Blüte, nämlich die Samen, erzeugen, ernähren und aufziehen. Deshalb haben die Placenten eine so bedeutsame morphologische und anatomische Organisation.

Zur morphologischen Lösung der Zentralplacenta der *Primula* werden wir — wie immer — die vergleichende Methode in Anwendung bringen. Auf diesem Wege werden wir zu der richtigen und einheitlichen Anschauung gelangen, welche von Čelakovský so eifrig vertreten worden ist und der sich später auch Eichler und Pax angeschlossen haben, welcher auch die Foliolartheorie vollkommen entspricht. Čelakovský nimmt an, dass die Karpelle, fünf an der Zahl, an der Basis je zwei Lappen tragen, welche sich aber mehr in das Innere des Fruchtknotens hineinschieben, zusammenwachsen und so eine freie Zentralplacenta darstellen. Sich diese Karpelle dreilappig vorzustellen, scheint uns aber eine etwas gezwungene — und auch überflüssige — Anschauung zu sein. Wir können ja doch statt dessen sagen, dass an der Basis der Fruchtknotenwände eine Verschiebung der Wandplacenten in der Weise eingetreten ist, dass sie von unten nach oben ragten, wie wir dies bei den Melastomaceen gesehen

haben. Diese (fünf) Basalplacenten flossen dann zu einer Zentralsäule zusammen.

Eine bemerkenswerte Nachricht gibt uns in dieser Beziehung Van Tieghem, der zufolge bei Primula aus der Basis der Karpelle die Nerven in die Zentralsäule treten, woraus ersichtlich ist, dass diese Säule ein Bestandteil oder Talon der Karpelle selbst ist.

Eine andere Auslegung könnte noch folgende sein: Der Fruchtknoten der Primula war ursprünglich fünffächerig mit Eichen an dem inneren



Fig. 591. Beispiele der Zentralplacenta: 1–4) **Agrostemma Githago**. 5) **Pinguicula vulgaris**, *a*) Kommissurenrinnen, *b*) nackte Placenta, *c*) Placentarleisten. (Original.)

Winkel. Später verschwanden die Scheidewände und erübrigte bloss die Mittelsäule. Es möge nun diese oder jene Ansicht die richtige sein, beide lassen sich gut mit der Foliolartheorie vereinbaren und keine von ihnen steht mit der anderen im Widerspruch.

Beide angeführten Auslegungen werden von nachfolgenden, aus dem Fruchtknoten der Primula selbst geschöpften Momenten unterstützt:

1. Die Wände des Fruchtknotens sind von fünf Karpellen gebildet, denn es durchlaufen sie fünf oder zehn Nerven, welche mit dem Holze zur Blütenachse orientiert sind (Van Tieghem).

2. Die Kapsel öffnet sich mit fünf Zähnen, welche hinter die Kelchzipfel fallen.

3. In den vergrünten Blüten entfaltet sich der Fruchtknoten faktisch in fünf Blättchen.

4. Die Eichen sind zwar an der Säule spiralig angeordnet, aber am Ende der Säule nehmen sie tatsächlich fünf Reihen ein.

Die phylogenetische Entwicklung der Zentralplacenta können wir aber auch anderwärts in anderen Familien schön verfolgen, wodurch ebenfalls die Deutung der Primula-Placenta klar wird. So verweisen wir z. B. auf die Familie der *Scrophulariaceen* und *Bignoniaceen*, wo der Fruchtknoten zwar zweifächrig, aber die Zentralplacenta manchmal (besonders bei den Bignonien) so stark entwickelt ist, dass sie einer Zentralsäule ähnlich erscheint. Tatsächlich trennen sich später die zarten Scheidewände von den Fruchtknotenwänden ab und die, von Samen bedeckte Zentralplacenta ragt im Inneren der Fruchtknotenhöhlung empor.*) Die Gattungen *Pinguicula* und *Utricularia* (Fig. 591) haben eine vollkommen freie Zentralplacenta auf die Art der Primulaceen. Die beiden erwähnten Gattungen sind aber eng mit den Scrophulariaceen verwandt, woraus mit Recht geschlossen werden kann, dass auch ihr Fruchtknoten ursprünglich zweifächrig war und dass die zarte Scheidewand im Verlaufe der Zeit als überflüssiger Bestandteil verschwunden ist.

Dieselbe Erscheinung gewahren wir bei den Gattungen *Dionaea* und *Drosera*, welche eng mit einander verwandt sind (beide gehören in dieselbe Familie). Aber *Dionaea* besitzt eine freie, zentrale Placenta, *Drosera* dagegen Wandplacenten.

Sehr belehrend sind die Fruchtknoten verschiedener Gattungen der Familie der *Caryophyllaceen*. Wir haben schon oben auseinandergesetzt, dass hier Fruchtknoten mit 3—5 Fächern und Placenten am inneren Winkel vorkommen, dass aber die Scheidewände im oberen Teile des Fruchtknotens verschwinden und der Fruchtknoten einfächrig mit Wandplacenten wird (Fig. 592). Es gibt aber auch Gattungen, welche bloss eine Zentralsäule im einfächrigen Fruchtknoten aufweisen. Einen solchen Fall stellt uns die Gattung *Agrostemma* (Fig. 591) vor. Der fünf fadenförmige Narben tragende Fruchtknoten ist aus fünf Karpellen zusammengesetzt, welche schon äusserlich durch Kommissuralfurchen abgeteilt sind. Das Innere des Fruchtknotens zeigt keine Scheidewände, sondern nur eine Mittelsäule, welche zahlreiche Eichen bedecken. Diese Eichen sind durch fünf hervorstehende Leisten von einander abgeteilt und die letzteren haben eine Richtung gegen die Kommissuren. Die Säule reicht bis an das Ende des Fruchtknotens mit einer kegelförmigen Spitze, welche von Eichen

*) Die Bignoniacee *Neomacfadyena podopogon* Baill. (Ind. occ.) zeigt diese Fächerwand in Form eines holzigen, bis einige Centimeter langen Bandes, welches auch nach dem Abfall der Klappen und der Samen lange Zeit an den Zweigen herabhängt.

entblösst ist Es bedarf da wahrlich keines besonderen Scharfsinns, um zu erkennen, dass die Leisten die Rudimente der gewesenen, aber im Verlaufe der Zeit verschwundenen fünf Scheidewände, welche die Säule mit den Kommissuren verbanden, sind. Auf diese Weise sehen wir also anschaulich die Entstehung der Zentralplacenta im Fruchtknoten.

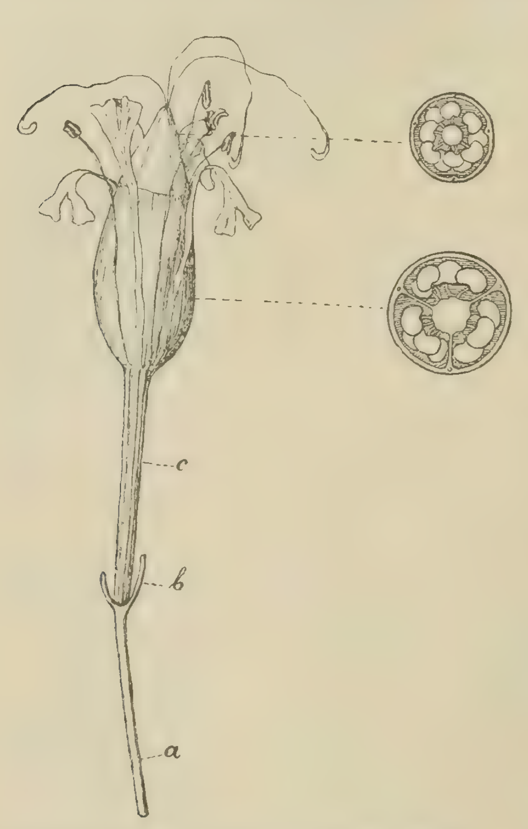


Fig. 592. **Silene italica**, reifende Fruchtkapsel, *a*) Blütenstiel, *b*) Kelch, *c*) Gynophor, rechts Querschnitte. (Original.)

Auch bei den Gattungen *Portulaca* und *Montia* befinden sich die leistenförmigen Überreste der Scheidewände an der Zentralplacenta. Ja, manchmal übergehen die Leisten an der Basis des Fruchtknotens in wirkliche Scheidewände!

Bei der Gattung *Tamarix* sind in dem dreikarpelligen Fruchtknoten an der Basis der Karpelle zahlreiche Eichen wahrzunehmen in der Weise, dass nicht mehr viel dazu erübrigt, dass daraus eine Zentralplacenta entstehe.

Wenn wir nun alle bisher angeführten Beispiele vergleichen, so können wir nicht im Zweifel darüber sein, dass die Zentralsäule der Gattung *Primula* auch durch das Verschwinden der Scheidewände aus einem fünffächrigen Fruchtknoten entstanden ist. Eine reihenweise Vergleichung muss in diesem Falle jeden urteilsfähigen Botaniker überzeugen, dass die vergleichende Morphologie ihre Anschauungen nicht aus leeren Phantasiegebilden aufbaut, wie Goebel und viele seiner Nachtreter zu sagen sich herausnehmen.

Wir erwähnen schliesslich auch die vergrünten Blüten der Gattung *Primula*, welche besonders in Gärten nicht selten vorkommen. In denselben erscheinen zwar die Karpelle in fünf freie Blätter umgewandelt, aber die Zentralsäule mit den Eichen verbleibt abgesondert und unverändert auf ihrer Stelle. Nur in der schönen Arbeit Masters (1877) sind zahlreiche Fälle beschrieben und abgebildet, wo die Zentralsäule verschwindet und die Eichen am Rande oder in der Mitte der flachen

Karpelle erscheinen. Hiemit ist also die oben dargelegte Deutung des Primula-Fruchtknotens glänzend bestätigt.

In dem einkarpelligen Fruchtknoten oder in einem Fache eines mehrkarpelligen Fruchtknotens kann sich an den Placenten eine verschiedene Anzahl von Eichen befinden, manchmal, wie schon oben (S. 965) bemerkt worden ist, sogar eine ungeheuere Menge. Schliesslich finden wir sowohl in einem Fache als auch in einem ganzen Fruchtknoten bloss ein einziges Ovulum, welches verschiedenartig placiert ist; häufig hängt es von oben herab (Dipsaceae, Valerianaceae), oder es ist zur Basis verschoben. Diese Verschiebung geht so weit, dass das Eichen eine vollkommen zentrale und terminale Stellung an der Blütenachse einnimmt, was nur natürlich ist, denn in dieser Stellung findet das Eichen die vorteilhafteste Position zu seiner Entwicklung. Wir haben also bei den Angiospermen terminale Eichen, welche das Charakteristikum einiger Familien bilden (Polygonaceen, Amarantaceen, Chenopodiaceen, Plumbagineen, Compositen, Urticaceen, Piperaceen, Balanophoraceen), oder auch einzelner Gattungen in verschiedenen Familien (Scleranthus, Najas u. a.). Sehen wir das abgebildete Beispiel an *Polygonum orientale* (Fig. 593). Da ist ein elliptisch zusammengedrückter Fruchtknoten mit einfachem Griffel und zwei Narben vorhanden. Der Fruchtknoten besteht eigentlich aus zwei Karpellen, welche hier aber so vollkommen verwachsen, dass nicht einmal die Kommissuren sichtbar sind. Das einzige, aufrecht stehende Ovulum mit zwei Integumenten sitzt sicher an der Basis der Fruchtknotenhöhlung, ja aus der Blütenachse treten als ununterbrochene Fortsetzung Bestandteile des Gefässbündels in die Basis des Eichens hinein.

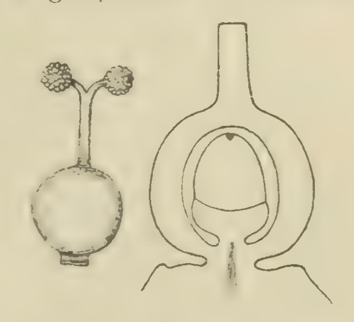


Fig. 593 **Polygonum orientale, Fruchtknoten mit einem terminalen Eichen. (Original.)**

Diese terminalen Ovula haben lange Zeit jenen Botanikern, welche kein Verständnis für die Vergleichung haben und welche die Organe darnach beurteilen, wie sie sich von Fall zu Fall darstellen, die Köpfe verwirrt. An dem abgebildeten Polygonum müssen die genannten Autoren aus dem faktischen Zustande zu dem Glauben gelangen, dass das Eichen ein umgewandeltes Ende der Blütenachse oder dass es ein axiles Gebilde sei. Diese Meinung wird auch durch die Gestalt des Eichens unterstützt, denn die Integumente machen den Eindruck von Phyllomhüllen und der Nucellus jenen des massiven Scheitels der Blütenachse selbst. Von daher rührt der unpassende Ausdruck »Samenknospe« in der deutschen Literatur her, welcher aus der wissenschaftlichen Botanik zur Gänze ausgemerzt zu werden verdient. An dem Fruchtknoten der Leguminosen und Cruciferen kann der denkende Botaniker allerdings nicht unbeachtet lassen,

dass die Eichen tatsächlich ein Erzeugnis der Karpellenränder vorstellen; deshalb wurde diese Sache abermals mit der konfusen Darlegung abgefertigt, dass die Eichen bald axile, bald Phyllombeschaffenheit haben können.

Das terminale Eichen zeigt die getreue Gestalt der terminalen Säule der Primulaceen und hat im wesentlichen auch dieselbe morphologische Bedeutung, denn wenn wir uns die Zentralplacenta reduziert und mit einer geringen Anzahl von Eichen ausgestattet denken, so erhalten wir den Übergang zu dem terminalen Eichen. Und derartige Fruchtknoten bestehen tatsächlich. Wir finden sie in anschaulicher Form in der Familie der *Caryophyllaceen*, so namentlich in der Abteilung der *Paronychiaceen* und *Scleranthaceen. Gypsophila biovulata* Stpf. oder *Psyllothamnus Beevori* Oliv. haben z. B. bloss zwei Eichen an der unbedeutenden Mittelplacenta, *Paronychia* dagegen hat schon ein einziges zentrales Eichen.

Dann gibt es auch noch solche terminale Eichen, welche zwar nicht auf einem Karpell, sondern auf der Blütenachse stehen, aber nicht genau auf dem Scheitel, sondern ein wenig seitwärts. So ist das einzige Eichen in dem zweikarpelligen Fruchtknoten der *Compositen* zwar an der Blütenachse gestellt, aber seitwärts von ihrem Scheitel. Bei der Gattung *Ficus* steht das Eichen ursprünglich streng terminal, später aber übergeht es auf die Bauchseite des Karpells. Diese Position legt in beiden Fällen dafür Zeugnis ab, dass das Eichen ein Bestandteil des Karpells und keineswegs der Achse ist.

Wir gelangen auf diese Art zu der komplizierten und schon so oft diskutierten Frage über die morphologische Bedeutung der Eichen in der Blüte. Heutzutage, wo die Mehrzahl der Botaniker ihre Aufmerksamkeit der bequemen Experimentalphysiologie zuwendet, gibt es fast niemanden mehr, der sich um dieses Thema bekümmern würde, vielleicht nach dem Beispiele Goebels, welcher es — wie die ganze vergleichende Morphologie überhaupt — am liebsten der vergessenen Geschichte der Botanik überantworten würde.*)

---

*) Goebel verwirft bei der Beurteilung von Befunden an vergrünten Eichen — wiederum in seiner bekannten oberflächlichen Weise — die Bedeutung dieser Fakta. Er behauptet überhaupt, dass die Abnormitäten gar nichts zu entscheiden haben und dass sich auch gar keine Kategorien von Abnormitäten unterscheiden lassen. Das ist — kurz und einfach gesagt — die Ableugnung von Tatsachen seitens eines Nichtfachmanns. (Siehe unsere Auseinandersetzungen auf S. 20!) Wir wollen uns in dieser Beziehung in keine weiteren Polemiken einlassen, denn es ist unmöglich, mit einem Autor zu diskutieren, welcher wie ein Imperator die Befunde anderer Forscher mit blosser Negation abfertigt, ohne es auch nur zu versuchen, einen Beweis für seine eigenen Behauptungen zu erbringen. Goebel stellt anderen Forschern Dogmatismus aus, selbst aber sieht er nicht, dass er in seinen eigenen physiologischen Erörterungen grösstenteils nur mit unerwiesenen Dogmen arbeitet. Es ist hier am Platze, die Worte des genialen Astronomen Flammarion zu zitieren, welcher sagt: »In der Tat begegnen

Wir haben schon oben gesagt, dass seit Schleiden die Mehrzahl der Autoren sich gewöhnt hat, das Eichen als umgewandelte Knospe, also als Achse anzusehen, welche eine Phyllomhülle (Integumente) trägt. Für diese Theorie haben sich Saint-Hilaire, Al. Braun, Wigand u. a. ausgesprochen. Strasburger hat auf Grund seiner Beschreibung der Entwicklung des Eichens vermutet, dass er die erwähnte Anschauung definitiv bestätigt habe — allein Warming hat gleichfalls durch Beobachtung der Entwicklung den Nachweis geliefert, dass die Beobachtungen Strasburgers unrichtig waren, denn es ist nicht wahr, dass der Nucellus gewissermassen der Mittelpunkt des ganzen Eichens sei, an dem sich Integumente bilden, sondern eine Tatsache, dass gerade das Gegenteil davon in der Regel richtig ist, nämlich dass sich die Integumente zuerst bilden und an ihnen erst später der Nucellus sich entwickelt.

Der Kaulombeschaffenheit des Eichens widerspricht auch die Entwicklungsfolge der Integumente, welche allerdings als umgewandelte Blätter gelten müssten. Sie entwickeln sich nämlich basipetal, während sie als Blätter sich akropetal entwickeln sollten.

Andere Autoren wollten die Eichen einmal als Kaulome, ein andermal als Phyllome und überhaupt je nach den Umständen auslegen (Nawaschin, Briosi, Tognini, Peyritsch). Ja, Sachs vermutete sogar dass sie manchmal (Orchidac.) auch Trichombeschaffenheit haben können. Manche schliesslich fertigen die Sache damit ab, dass sie sagen, das Eichen stelle ein Organ »sui generis« vor — was allerdings der bequemste Standpunkt ist.

Allen diesen unberechtigten Anschauungen gegenüber erweist sich als richtig einzig und allein nur die Foliolartheorie, welche das Eichen als Umwandlung des Fiederblättchens des Karpells anerkannt. Urheber dieser Theorie sind Reissek und Brongniart (1827). Bischoff macht in seinem Lehrbuch aus dem Jahre 1834 von derselben Erwähnung. Cramer und Čelakovský haben diese Lehre in allen ihren Einzeln-

wir jedoch Leugnern, die sich aller Sachen sicher sind und die ihre Behauptungen mit der Autorität eines einen Erlass erteilenden Zaren einzwingen.« Auch Čelakovský hat die Ontogenese Goebels eine dogmatische Wissenschaft genannt, welche man mit der Evolution des Pflanzenreichs überhaupt schon deshalb nicht in Zusammenhang bringen kann, weil sie keine Vergleichung zulässt. Die Organe so zu beschreiben, wie sie sich in jedem einzelnen Falle darstellen, ohne Rücksicht auf ihren morphologischen Zusammenhang, das erinnert an den Vorgang Buffons und der Naturforscher des Mittelalters, welche die Naturalien so beschrieben, wie sie ihnen zufällig in ihre Sammlungen gelangten. Die »moderne Wissenschaft« Goebels und seiner Nachtreter bedeutet also keinen Vor-, sondern einen Rückschritt. Ich stimme vollkommen mit Čelakovský überein, dass Goebel selbst der grösste Dogmatiker ist. Er baut seine Theorien fortwährend auf der Ontogenese auf, aber vergeblich sehen wir uns um, wo er denn den Beweis erbracht hat, dass die Ontogenese die letzte entscheidende Instanz sein muss. Das müssen wir einfach nur deshalb glauben, weil es Goebel gesagt hat.

heiten aufgerollt und begründet. Auch Masters, Stenzel und der Autor dieses Werks haben mit einigen Beobachtungen zu ihrer Gründung beigetragen.

Die Foliolartheorie stützt sich auf nachstehende Gründe:

1. Schon bei den Cycadeen ist es ersichtlich (Cycas), dass die Fiederblättchen des Karpells sich in Eichen verwandeln. Wir haben bereits oben auseinandergesetzt, dass diese Karpelle nicht etwa als Kaulome angesehen werden dürfen und infolge dessen vielleicht die Eichen als Knospen dieser Kaulome, wie der Anatom Strasburger irrigerweise behauptet und nach ihm Baillon reproduziert.

2. In vielen Fällen, wo den Karpellen die Beschaffenheit umgewandelter Blätter (Leguminosae, Cruciferae, Sterculiaceae, Helleboreae) nicht abgesprochen werden kann, sitzen die Eichen tatsächlich am Rande dieser Karpelle. Wenn es Knospen wären, so hätten wir es da mit einer morphologischen Anomalie zu tun, wo das Blatt regelmässig Knospen trägt. Dass an Blättern Knospen vorkommen können, wissen wir zwar aus dem II. Teile, aber da handelt es sich um aussergewöhnliche, zufällige Adventivknospen.

3. In den vergrünten Blüten finden wir tatsächlich an den Karpellen, welche wieder die Gestalt grüner Blätter angenommen haben, flache Fiedern an den Rändern, welche alle Übergänge zu dem normalen Eichen aufweisen. Wer nur ein einzigesmal eine Reihe dieser Formen von Eichenumwandlungen gesehen hat, wird über die Bedeutung des Eichens gewiss nicht mehr im Zweifel sein.

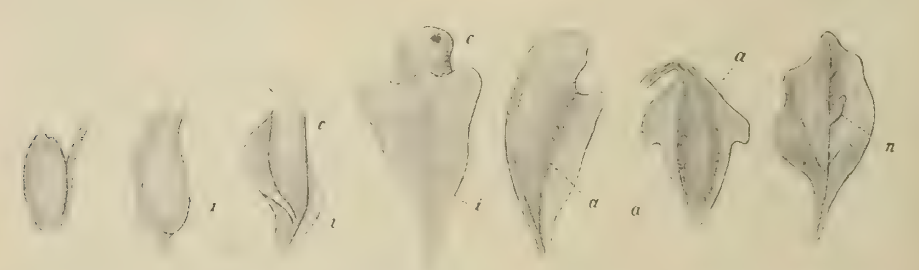


Fig. 594. **Alliaria officinalis**, allmähliche Umwandlung des Eichens in eine flache Fruchtblattfieder; *c*) inneres Integument, *i*) äusseres Integument, *a*) die Streifen, wo die Seitenlappen verwachsen, *n*) Nucellus. (Nach Velen.)

In der Fig. 594 wird diese Metamorphose in anschaulicher Weise dargestellt. Das umgekehrte Eichen nimmt zuerst eine aufrechte Stellung ein, indem es einen Abschluss des blattstielartigen Funiculus bildet. Von dem erübrigenden Teile des Eichens sondert sich die flache Spreite als das äussere Integument ab. Das innere Integument erhält lange die Gestalt eines geschnäbelten Schlauchs, welcher sich schliesslich auch vergrössert, aufbläht und mit einer deutlichen Nervatur versieht. Auf der letzten Stufe

der Vergrünung sehen wir, dass in das dreilappige Blättchen der dreiteilige Nerv hineintritt. Der mittlere Lappen legt sich derart zusammen, dass er sich in der Linie (a) zusammenschliesst; aus den beiden anderen Lappen entsteht eine flache Spreite. Es entspricht also das innere Integument dem inneren Lappen, das äussere Integument den beiden Seitenlappen. Der Nucellus nimmt durchweg als massives Höckerchen oder kegelförmiger Auswuchs eine Stelle an der inneren Seite des Schlauchs (inneren Integuments) ein. In Übereinstimmung mit der Beobachtung Warmings behauptet sich also der Nucellus nur als Emergenz an der äusseren Fläche der Blattfieder.

Die Zusammenfaltung des dreilappigen Blättchens zu einem Eichen hat eine auffallende Ähnlichkeit mit den genähten Blättern an den vegetativen Achsen, wie wir dies sehr häufig in abnormen Fällen zu sehen Gelegenheit haben (Syringa, Magnolia, Bergenia, Ulmus u. s. w.). Čelakovský hat mit vollem Rechte zuerst hierauf verwiesen. Diese Übereinstimmung verdient es, zum Gegenstande eingehenderer Erwägungen auch vom biologischen Standpunkte aus gemacht zu werden.

Es hat den Anschein, als ob manche Umstände mit der Foliolartheorie im Widerspruche stehen würden, was natürlich von den Widersachern dieser Theorie ins Treffen geführt wird. So geschieht es, dass da und dort am Rande der flachen Fieder blattragende Knospen herauswachsen. Das hat aber gar keine Bedeutung, denn das Hervorkommen von Adventivknospen an welcher Stelle immer ist bei vergrünten Blüten eine allgemeine Erscheinung. Ja, es geschieht, dass statt des Nucellus eine Adventivknospe entsteht.

Manchmal macht bei Fruchtknoten, welche an den Placenten eine ungeheuere Menge von Eichen tragen, deren Entwicklung denselben Eindruck wie die Entwicklung von irgendwelchen Trichomen (Sachs). Dieser Umstand ist gewiss bemerkenswert und es wundert mich, dass Čelakovský ihm nicht nähere Aufmerksamkeit geschenkt hat. Schon oben haben wir gesagt, dass die in viele Tausende gehenden Eichen einer einzigen Placenta mancher Orchideen sich nicht mit der Ansicht vereinigen lassen, dass es sich da um lauter Blattfiedern handle. Hieher gehören wohl auch die Eichen, welche sich an flachen Placenten (Papaver, Butomus, Nuphar) befinden. Es hat wirklich den Anschein, als ob in manchen Fällen die Eichen eine Transformation der Karpelltrichome seien, oder als ob, wie schon dargelegt wurde, die ganze Placenta ein sekundäres Produkt des Karpells darstelle und die Eichen als Produkte dieser Neubildung angesehen werden können. Hier könnte die Sache bloss durch vergrünte Karpelle aufgeklärt werden.

Viele Autoren haben als Hindernis der Foliolartheorie die terminalen Eichen und die Zentralplacenta im Fruchtknoten angesehen (Primula, Polygonum). Dass jedoch auch diese Modifikationen sich mit der Phyllom-

beschaffenheit der Karpelle und Eichen in Einklang bringen lassen, haben wir bereits oben dargetan. Namentlich darauf haben wir hingewiesen, dass die Eichen an der Mittelsäule der Primulaceen tatsächlich nach der genetischen Spirale angeordnet sind — also wie ganze Blätter an der Achse oder Seitenknospen an derselben. Das braucht uns aber nicht zu befremden, denn wenn die Mittelsäule an ihrer ganzen Oberfläche glatt geworden ist und wenn die Eichen an derselben als gleichwertige und gleichartige Höckerchen sich ausgewölbt haben, so ist es nur natürlich, dass sie sich sofort so anzuordnen beginnen, damit sie die grösstmöglichste Freiheit zu ihrer Entwicklung erlangen — oder, anders gesagt, wir befinden uns da wieder in der Theorie vom Ursprunge der Phyllotaxis. Wir haben gesehen, dass bei den Caryophyllaceen an der Mittelsäule nicht selten noch fünf deutliche Leisten als Rudimente der Scheidewände erscheinen und dass in einem solchen Falle die Eichen nicht in die Spirale, sondern, den Scheidewänden entsprechend, in Orthostichen gestellt sind.

6. Cupula, Receptaculum, Pericladium.

In den beiden vorangehenden Kapiteln haben wir bereits an mehreren Orten erfahren, dass einzelne Blütenbestandteile in tangentialer Richtung zusammenwachsen können. Aber sie können auch in radiärer Richtung verwachsen, wodurch neue, der Blüte eine besondere Plastik verleihende, morphologische Organe entstehen, welche allgemein unter die Begriffe: Cupula, Receptaculum und Pericladium zusammengefasst werden können.



Fig. 595. **Gongylocarpus rubricaulis**, der unterständige Fruchtknoten verwächst mit der Achse *(O)* und dem Stützblatte (*A*) zu einem angeschwollenen Gebilde (*s*), *a*) Achselzweig, *k*, *k'*) Blüten. (Original.)

Durch die tangentiale Verwachsung (es wird da stets die congenitale verstanden) entstehen Staubblattröhrchen, sympetale Kronen, Kelchröhren u. s. w. Die Verwachsung der Blütenteile kann aber auch in anderer Weise erfolgen, ja es können auch ganze Blüten an andere Organe anwachsen. Ein schönes Beispiel dieser Art haben wir an *Gongylocarpus rubricaulis* Ch. Schl. (Oenoth., Mexiko, Fig. 595),

wo der unterständige Fruchtknoten mit dem Stützblatt und der Mutterachse vollständig zu einem angeschwollenen Gebilde (*s*) verwächst. Hier sehen wir sehr gut, dass der Fruchtknoten an andere benachbarte Organe anwachsen und dass nicht daran gedacht werden kann, es sei vielleicht der Stengel (*o*) innen hohl und er bringe dort Eichen hervor.

Nicht weniger interessanten Fall bietet uns die Umbellifere *Petagnia* (Fig. 595a), deren männliche Blüten mit ihren Stielen der weiblichen Blüte (dem Fruchtknoten) hoch anwachsen.



Fig. 595a. **Petagnia saniculifolia Juss., Blütenstand. (Nach Baillon.)**

Dass die Staubblätter an die Petala oder an die Kronröhre anwachsen, ist eine gewöhnliche Erscheinung. Häufig sehen wir an den herablaufenden Spuren unterhalb der Insertion der Stamina, dass letztere tatsächlich von der Basis der Petala bis zur Insertion angewachsen sind. An der Blüte der Gattung *Pomaderis* (Rhamn.) sehen wir deutlich am Nagel des Petalums, welches durch Narben von der Anthere abgeteilt ist, dass hier faktisch eine Verwachsung beider Teile in tangentialer Richtung existiert. Es kann in solchen Fällen niemals angenommen werden, dass etwa die zusammengewachsenen Teile emporgehobene Partien der Blütenachse seien.

Die Staubblätter können auch in radiärer Richtung an das nachfolgende Organ, nämlich an den Fruchtknoten anwachsen. *Gymnotheca chinensis* Decais. (Piper., Hook. Icon. 1873) besitzt in der Blüte kein Perigon, aber die Staubblätter wachsen bis zur Hälfte an den Fruchtknoten an. Es kann hier auch keine Rede von einem Achsenreceptaculum sein.*)

In ähnlicher Weise wachsen bei der Gattung *Cluytia* (Euphorb.) fünf Staubblätter an den Griffel an.

Wenn wir an einem Längsschnitt die Blüte der Seerose (*Nymphaea alba*) untersuchen, so bemerken wir einen grossen, oberständigen Fruchtknoten, an welchen bis zu verschiedener Höhe die Staubblätter und

*) Das Anwachsen der Staubblätter an den Fruchtknoten in abnormen Fällen ist bei verschiedenen Arten sehr häufig und zugleich ein Beweis, wie leicht Blütenphyllome in radiärer Richtung verwachsen können.

Kronblätter anwachsen, während die Kelchblätter frei unterhalb des Fruchtknotens sitzen. Zur Fruchtreife gewahren wir deutlich, wie die abgefallenen Petala mit Hinterlassung von Spuren am Fruchtknoten herablaufen, so dass von dem aufgehobenen Achsenteile keine Spur vorhanden ist. Bei *Nuphar luteum* sitzen alle Staubblätter und das Perigon unterhalb des Fruchtknotens auf dem Blütenboden.

Häufig wachsen die Staubblätter dem Griffel oder der Narbe an, wenn der Fruchtknoten in der Blüte unterständig ist. Ein naheliegendes Beispiel haben wir an *Aristolochia Clematitis*, bei welcher sechs Staubblätter dem kurzen, säulenförmigen Griffel, welcher sich zu sechs Narbenlappen erbreitert, anwachsen. Solms-Laubach gelangt, wieder auf Grund der Ontogenese, zu der absurden Ansicht, dass hier die Karpelle und Staubblätter zusammen einen einzigen Kreis von Phyllomen vorstellen, welche auf der einen Seite Narben und Placenten und auf der anderen Seite Antheren entwickeln. Von dem Anwachsen einer Anthere an den Griffel bei den *Orchideen* war schon oben auf S. 952 die Rede. In der Gattung *Gongora* (Taf. VII, Fig. 14) wachsen an diese Säule noch zwei Blätter des inneren und eines des äusseren Kreises an. An den herablaufenden Narben und an der Färbung ist deutlich zu sehen, wie der ganzen Länge (*m*) nach diese Teile zusammengewachsen sind. Deshalb ist es uns unbegreiflich, wie Pfitzer (Engl. Fam. II) auf den Gedanken kommen konnte, dass gerade dieser Teil die Blütenachse sei.

Die Staubblätter und Petala können auch der Blütenachse anwachsen, aber das Ganze zeigt sich uns dann in einer anderen Gestaltung, als in dem letzterwähnten Falle. Es pflegt dies bei den mannigfaltig entwickelten Gynophoren und Androphoren vorzukommen (S. 915). Ein anschauliches Beispiel bieten uns in dieser Beziehung die Gattungen *Lychnis, Silene* und deren Verwandten (Fig. 556), wo wir unterhalb des Fruchtknotens ein bedeutend entwickeltes axiles Internodium vorfinden, an dessen Basis der Kelch frei ansitzt. Es verwachsen da teilweise die Fäden eines Staubblattkreises, teilweise die Nägel der Petalen ganz deutlich mit diesem Gynophor, was an den herablaufenden Furchen gut sichtbar ist. Der zweite Staubblattkreis aber verwächst an der Innenseite mit den Petalen und mit diesen offenbar auch mit dem Gynophor. In diesem Fall kann nicht angenommen werden, dass der Blütenboden unterhalb der epipetalen Staubblätter emporgehoben worden wäre.

Aber auch der Griffel kann dem Receptaculum oder dem Perigon anwachsen. *Campylogyne exannulata* Hemsl. (Combret., Hook. Icon. 2550) besitzt einen vollkommen unterständigen Fruchtknoten, an welchem das röhrenförmige Receptaculum sitzt; diesem (die Staubblätter und Petala tragenden) Receptaculum wächst zu bedeutender Höhe der lange, fadenförmige Griffel an.

Eine besondere Art des Verwachsens der Blütenbestandteile, welches ebenfalls schon Gegenstand verschiedener morphologischer Auslegungen war, finden wir bei der Gattung *Tropaeolum* (Fig. 596, Taf. VII, Fig. 20). Die Blüte ist hier zygomorph und unterhalb des Kelchblatts (*c*) befindet sich ein langer Sporn. An die Mündung dieses Sporns wachsen seitwärts noch zwei weitere Kelchblätter (*a*) und zwei Petala (*b*) an. Diese Petala



Fig. 596. Sporntragende Kelche. A) **Tropaeolum majus**, *o*) Sporn, in welchen sich das Kelchblatt (*c*) verlängert. *m*) Einfügungsstelle des Petalums (*b*), *a*) seitliches, *d*) gegenständiges Kelchblatt. *n*) Insertion des Kelchblatts (*a*). B) **Pelargonium zonale**, 1) normale Blüte mit langem Kelchsporn (*o*), welcher dem Stiele (*m*) anwächst und dem Kelchblatte (*c*) angehört, 2) Blüte mit verkürztem Sporn, 3) spornlose Blüte. *a*) Querschnitt, *i*) Kanal im Sporn, *s*) Gefässbündel. (Original.)

sind eigentlich auf dem Blütenboden inseriert, von wo aus sie in der Linie (*n*) an die verwachsenen Sepala anwuchsen. Der ganze Sporn ist hier bloss durch die sackförmig ausgehöhlte Basis eines einzigen Sepalums (*c*) gebildet. Davon legt ihre Färbung und Nervatur Zeugnis ab. Die Staubblätter sind alle in dem Blütenboden inseriert, welcher hier deutlich seinen Abschluss findet, so dass nirgends ersichtlich ist, dass er sich in einen Sporn erbreitern würde. Buchenau irrt, wenn er die Ansicht ausspricht, dass der Sporn eine Achsenaushöhlung sei, was er aus ihrem Abort in

abnormen Fällen nachzuweisen sich bemüht (Abhandl. Nat. Ver. Brem. 1878, 1896). Die Besonderheit des Sporns bei *Tropaeolum* beruht also darin, dass er durch das Kelch- und keineswegs durch das Kronblatt gebildet wird, wie dies gewöhnlich der Fall zu sein pflegt.

Was von der Gattung *Tropaeolum* gilt, hat auch bezüglich der Gattung *Pelargonium* (Fig. 596) Geltung. Auch hier finden wir einen langen, unter einem der Kelchblätter herablaufenden Sporn, nur ist derselbe seiner ganzen Länge nach dem Blütenstiele angewachsen. Auch diesen Sporn sehen manche Morphologen als hohlen Blütenstiel an! Dass das widersinnig ist, liegt auf der Hand und kann sich jedermann davon an dem Querschnitt (Fig. 596) überzeugen, an welchem wir deutlich den abgeteilten Kreis der den Stiel zusammensetzenden Gefässbündel und ausserdem einen von dem weichen Gewebe der Spornwand umgebenen Kanal sehen. Dieses Gewebe enthält bloss drei Nerven (Gefässbündel), die in das oben befindliche Kelchblatt hineingehen. Es kommen übrigens auch solche Blüten häufig vor, welche unter diesem Kelchblatt bloss eine schlauchartige Aushöhlung zeigen, bis endlich der Sporn überhaupt verschwindet — und der Blütenstiel fortwährend in gleicher Gestalt verharrt.

Die spornförmige Aushöhlung eines Kelchblatts kommt auch häufig in der Familie der *Vochysiaceen* vor (siehe Engl. Fam., Mart. Fl. Bras.).

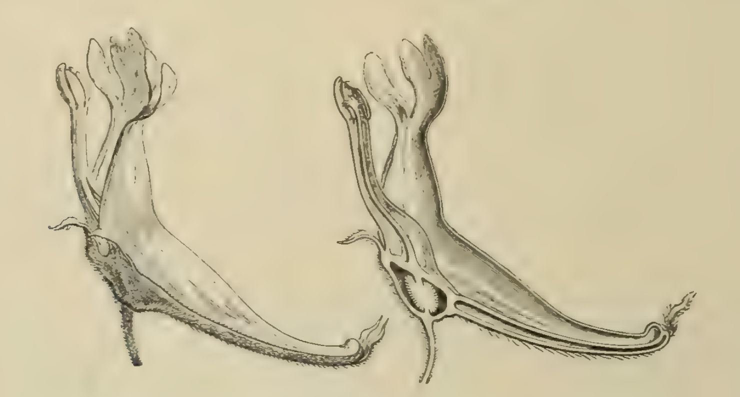


Fig. 597. **Heterotoma lobelioides, die Blüte mit einem Kelch- und Corollensporn versehen. (Nach Baillon.)**

Den sonderbarsten Sporn besitzt aber *Heterotoma lobelioides* (Lobel., Fig. 597). Hier ist der Sporn aus zwei Bestandteilen zusammengesetzt, welche schon äusserlich erkennbar sind: aus einem unteren, haarigen, wie es der Kelch ist, und einem oberen, kahlen, wie die Krone. Am Durchschnitt sehen wir tatsächlich den hohlen Kronensporn, welcher mit der Höhlung der Krone kommuniziert und unterhalb derselben einen zweiten Kanal, der von unten aus dem umfassenden Kelche gebildet ist. Der letztere endigt an der Spornspitze mit zwei Zipfeln. Hier entspricht also

der Sporn der schlauchähnlichen Aushöhlung der Krone und der zwei Kelchblätter!

Jetzt können aber in radiärer Richtung Kelch, Krone und Staubblätter mit einander verwachsen, wodurch ein becherförmiges Gebilde (Becher, Receptaculum) entsteht. Wenn auch die Wände des Fruchtknotens an die innere Wand des Bechers anwachsen, so entsteht der sogenannte unterständige Fruchtknoten (Compositae, Campanulaceae, Umbelliferae, Cornaceae u. a., Fig. 598). Manchmal fliessen auch noch an dem unterständigen Fruchtknoten die Blütenteile zu einem Receptaculum oder einem ganzen Röhrchen zusammen (Combretaceae, Oenotheraceae, Fig. 602). Wenn das mit dem Fruchtknoten nicht verwachsene Receptaculum die Gestalt eines breiten Bechers hat, so sagt man, dass das Perigon und die Staubblätter perigyn sind; ist das Receptaculum aber mit dem Fruchtknoten verwachsen, so sagen wir, dass das Perigon und die Staubblätter epigyn sind. Wenn das Perigon und die Staubblätter unterhalb des Fruchtknotens inseriert sind, so nennt man diesen oberständig.

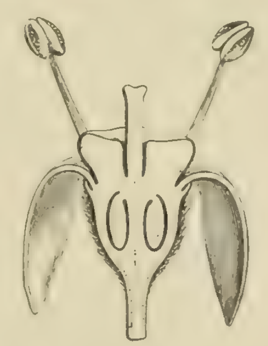


Fig. 598. **Cornus mas L.** Die Blüte im Längsschn., mit unterständig. Fruchtknoten und mächtigem, drüsigem Discus. (Nach Baillon.)

Das Receptaculum hat meistenteils massive, dicke Wände und nicht selten ist es an seiner Oberfläche vollkommen glatt (Rosa). Die grosse Mehrzahl der Botaniker von Schleiden, Payer, Hofmeister, Sachs, Clos angefangen bis auf die jetzige Zeit hat durchweg alle Receptacula als axile Gebilde und infolge dessen auch den unterständigen Fruchtknoten als hohle Achse, welche in den Fächern die Eichen trägt, angesehen. Diese verkehrte Ansicht braucht uns nicht zu überraschen, da wir doch wissen, dass auch die Placenten der freistehenden Fruchtknoten als axile Gebilde galten und dass die Eichen noch unlängst als Knospen angesehen worden sind. Wenn wir aber wissen, dass die Karpelle immer und überall umgewandelte Phyllome sind, so gelangen wir zwingend zu dem Schlusse, dass in dem unterständigen Fruchtknoten die Karpelle mit dem Receptaculum verwachsen sind.

Erst bedächtigere Morphologen haben Zweifel darüber ausgesprochen, dass das Receptaculum eine bloss durch interkalares Wachstum flach gewordene Achse sei, auf welcher der Kelch, die Krone und die Staubblätter sitzen. Van Tieghem hat auf Grund des Verlaufes der Gefässbündel im Receptaculum angenommen, dass dasselbe nur aus Blattphyllomen zusammengesetzt sei, aber die eingehenden Auseinandersetzungen dieses Autors widerstreiten stellenweise den Grundprinzipien der Morphologie. Ich stimme jedoch (im Gegensatze zu Čelakovský) mit Van

Tieghem darin überein, dass aus dem Verlaufe der Gefässbündel bis zu einem gewissen Masse auf die Zusammensetzung des Receptaculums geschlossen werden kann. Dieses Kriterium darf indessen nicht als allein ausschlaggebend betrachtet werden.

Interessant sind die Auseinandersetzungen Köhnes, welcher auf Grund der Entwicklung in der Jugend zu dem Schlusse gelangt, dass alle Receptacula ein Produkt der Blütenphyllome sind und dass die Achse im Receptaculum überhaupt nicht enthalten sei. Der Standpunkt des genannten Autors ist dadurch bemerkenswert, dass er auf der Ontogenese aufgebaut ist, während alle vorhergenannten Anhänger der axilen Bedeutung des Receptaculums ihre Gründe gleichfalls aus der Ontogenese geschöpft haben! Es ist dies abermals ein Beleg dafür, wie wertlos diese Beobachtungsmethode ist.

Čelakovský hat mehrere Schriften (speziell im Jahre 1874) über die Natur des Receptaculums veröffentlicht, es hat aber den Anschein, dass er sich über die Sache kein klares Bild zu verschaffen imstande war. Er gibt allerdings zu, dass im unterständigen Fruchtknoten überall Karpelle enthalten sind, aber in dem freistehenden Receptaculum sieht er einmal eine blosse Achse (Rosa), ein andermal teilweise eine Achse und teilweise Phyllome. Er sagt diesfalls, dass wir wenigstens unterhalb der Petalen und Staubblätter einen aufgehobenen Blütenboden annehmen müssen, weil die Petala und Staubblätter gleich lang sind wie bei den nahe verwandten Gattungen, wo sie frei unterhalb des Fruchtknotens ansitzen. Der Standpunkt Čelakovskýs nähert sich also wenigstens grösstenteils der Wahrheit.

Ich selbst habe mich viele Jahre hindurch mit diesem Thema beschäftigt und muss gestehen, dass es nicht so leicht einen anderen morphologischen Stoff geben kann, welcher so verschiedenartig kompliziert wäre, wie eben der vorliegende. Unsere Ansicht von der Sache gipfelt in folgendem: Die grosse Mehrzahl der Receptacula ist bloss aus Blütenphyllomen ohne Teilnahme der Blütenachse zusammengesetzt, es gibt jedoch auch Receptacula ausschliesslich oder teilweise axilen Ursprungs — also axile Receptacula. Diese letzteren sind aber im ganzen eine Seltenheit.

Was die Nomenklatur anbelangt, so bemerken wir, dass die Bezeichnungen Cupula und Receptaculum (Hypanthium) in verschiedener Ausdehnung angewendet und häufig eine für die andere verwechselt, ja wohl auch beide als identisch angesehen werden. Um in dieser Beziehung Ordnung zu machen, werden wir konsequent die axilen Becher mit dem Namen Cupula und die Phyllombecher mit dem Namen Receptaculum bezeichnen.

Die Hauptursache der vorhandenen Begriffsverwirrung bezüglich der Zusammensetzung des Receptaculums ist der Umstand, dass dasselbe sich uns als ein massives, festes Gebilde, an welchem die Staubblätter

und Petala unverkleinert sitzen geblieben sind, darstellt. Man möchte erwarten, dass, wenn das Petalum oder Staubblatt im Receptaculum enthalten ist, es auch aus dem letzteren nur mit dem Ende herausragen wird, wie wir dies tatsächlich an den Kelchen und unterständigen Fruchtknoten zu sehen Gelegenheit haben. Der Kelch zeigt sich faktisch an dem Receptaculum und unterständigen Fruchtknoten gewöhnlich in der Gestalt von blossen Spitzen oder Zipfeln, weil eben der grössere Teil des Kelchs dem Receptaculum angewachsen ist. Der unterständige Fruchtknoten aber pflegt seinen Abschluss lediglich durch eine freie Spitze oder einen blossen Griffel zu finden, weil er in das massive Receptaculum eingebettet ist. Dadurch dürfen wir uns aber nicht beirren lassen. Rufen wir uns da das Kapitel über die Verschiebung der Blätter auf den Tochterzweig (S. 607) oder über die Verschiebung der Blüten auf das Blatt ins Gedächtnis zurück. Wenn das Blatt auf die Tochterachse verschoben ist, so entwickelt es sich ebenfalls in derselben Grösse und Gestalt, wie die nichtverschobenen Blätter. In derselben Weise ist gewöhnlich an der auf das Blatt verschobenen Blüte nicht einmal aus dem Verlaufe der Gefässbündel ersichtlich, dass die Basen der Blüte im Blatte enthalten wären. Erinnern wir uns ferner an die Fällen bei den Gattungen *Calycophyllum*, *Pentaloncha*, *Peltodon*, *Pentapeltis*, wo wir gesehen haben, dass, obzwar die Kelchblätter zum grossen Teile im Receptaculum enthalten sind, sie dennoch eine Spreite bilden, wie wir dies an den auf dem Receptaculum stehenden Petalen sehen!

Aus allen diesen Umständen gelangen wir zu der Erkenntnis, dass ein Organ sich auf das andere verschieben kann, ohne dass aus etwas zu ersehen wäre, dass sie mit den Basen verwachsen sind. Und dennoch müssen wir den notwendigen Schluss ziehen, dass hier eine theoretische Verwachsung stattgefunden hat. Wenn dies Phyllome betrifft, so müssen wir uns die Form eines zweigliedrigen Blatts vor Augen halten, wo das untere Glied im Receptaculum enthalten ist und das obere (eventuell die Spreite) sich in verschiedener Weise entwickelt. Wenn dies eine Knospe oder eine Blüte betrifft, so müssen wir uns das Bild der Ornithogalumzwiebel (S. 694) ins Gedächtnis rufen, wo notorische Achselknospen sich auf dem Rücken der nächsten Schuppe hoch hinaufverschieben. In der Jugend kann man noch gut sehen, wie unterhalb einer jeden Knospe ein schmaler Streifen herabläuft, im Alter aber verschwindet auch dieser gänzlich und sieht dann die Sache so aus, als ob die Knospen (Zwiebelchen) an den Schuppen der alten Zwiebel herauswachsen würden. Die Zwiebelchen wurden so zu sagen durch das Wachstum auf dem Rücken der Schuppen aus den Achseln herausgetragen.

Auch bei der Gattung *Erythronium* (S. 537) haben wir gesehen, dass die Achselknospen durch fleischige Schuppen hoch hinaufgetragen werden.

Dass schliesslich auch Phyllome ihrer ganzen Länge und Breite nach in radiärer Richtung zusammenwachsen können, haben wir an den Zwiebeln von *Muscari*, *Ornithogalum* u. a. (S. 533) gesehen.

Im Anfange dieses Kapitels haben wir markante Beispiele radiären Zusammenwachsens von Blütenphyllomen angeführt, so dass es nicht notwendig ist, sich darüber aufzuhalten, wenn wir behaupten, dass die Mehrzahl der allgemein als Achsengebilde angesehenen Receptacula durch Verwachsung der Blütenphyllome entstanden ist. Es macht gar nichts, dass sie massiv und dick sind, denn sie mussten sich derart ausbilden, teilweise deshalb, weil sie dem Perigon und den Staubblättern zur mechanischen Stütze dienen, teilweise aus dem Grunde, weil die inneren Wände häufig angeschwollen sind, indem sie die Dienste von Nektarien verrichten. Aber in vielen Fällen sind sie, wie wir gleich erörtern werden, dünn, häutig, so dass schon aus dieser Konsistenz in denselben keine Achse gesucht werden kann.

In der typischesten Weise ist die Cupula in der Familie der *Cupuliferen* entwickelt, wo sie in der Gattung *Quercus* unterhalb der trockenen Schliessfrucht ein hartes Näpfchen, in den Gattungen *Castanea* und *Fagus* aber eine vierlappige harte, mit Stacheln dicht besetzte Hülle bilden. Eichler sagt von dieser Cupula, dass sie aus vier Vorblättern ($\alpha'\beta'$, $\alpha'\beta'$) entstanden sei, wovon ihr Aufspringen in vier Klappen bei den Gattungen *Fagus* und *Castanea* Zeugnis ablegen soll. Diese seine Ansicht begründet Eichler auch noch durch die androgynischen Blüten der Gattung *Castanea*, wo er Übergänge zwischen jenen Vorblättern und den vier Klappen der Cupula beobachtet haben will. Diese Ansicht ist aber absolut unrichtig, wie auch Čelakovský schon gut bemerkt hat. Dass jene Cupulen durchweg eine axile Beschaffenheit haben und dass die Schuppen oder Stacheln an denselben reduzierte Phyllome sind, wird durch nachstehende Umstände bewiesen: 1. Bei der Gattung *Fagus* befinden sich unterhalb der Cupula vier Vorblätter ($\alpha'\beta'$, $\alpha'\beta'$), demzufolge die Cupula diesen Vorblättern nicht gleichen kann. 2. Bei der Gattung *Pasania* befinden sich jene Vorblätter in einem zweiblütigen Dichasium unterhalb jeder Blüte und oberhalb ihnen unter jeder Blüte sitzt eine Cupula. 3. Die zahlreichen, in Parastichen angeordneten Schuppen an der Cupula der Gattung *Quercus* sind tatsächlich Phyllomschüppchen, denn an der Basis der Cupula übergehen sie allmählich in Hochblätter, die am Blütenstiele sitzen. 4. Bei *Fagus ferruginea* kann man zur Blütezeit gut beobachten, wie jene Vorblätter (α' β') allmählich in eine ganze Reihe von weiteren Vorblättern übergehen, welche sich dann verschmälern und in Stacheln verwandeln. Interessant ist es, dass diese Schuppen an den Cupulen der Gattung *Pasania* und einiger Arten der Gattung *Quercus* (Q. lamellosa, Q. glauca) zahlreiche Lamellen wie Röckchen obereinander

bilden, welche sich nur an der Basis der Cupula in einzelne, quirlständige Schüppchen zerteilen.

Es muss daher bei den Cupuliferen angenommen werden, dass sich der Blütenstiel dicht unterhalb der weiblichen Blüte oder unter dem ganzen Dichasium (Fagus, Castanea) durch interkalares Wachstum erweitert und schüsselförmig umgestaltet hat.

Wenn wir die Früchte der Gattung *Nectandra* (Fig. 599) mit den Früchten der Gattung *Quercus* vergleichen, so sehen wir bei beiden eine grosse Ähnlichkeit und deshalb wurden auch in der Literatur über die Bedeutung der Cupula in der Familie der *Lauraceen* weit von einander abweichende Ansichten ausgesprochen. Unterhalb der fleischigen Schliessfrucht der Gattung *Nectandra* befindet sich nämlich ein schüsselförmiges, dickes, massives Gebilde, von dem später die Schliessfrucht abfällt, während die Cupula mit dem Stiele bestehen bleibt. Ich selbst habe diese Cupulen bei mehreren Gattungen und Arten der Lauraceen in allen Stadien einer sorgfältigen Untersuchung unterzogen und auf Grund dieser Beobachtungen bin ich zu der Ansicht gelangt, dass die kupulären Gebilde unterhalb der Schliessfrucht in der Blüte der Lauraceen teilweise dem axilen und teilweise dem phyllomartigen Teile angehören. Zur Fruchtreife aber ist die massive Cupula zur Gänze axilen Charakters. In der Blüte von *Nectandra* (Fig. 599) finden wir einen freien Fruchtknoten, welcher ringsum durch einen hohlen Becher geschlossen ist. Nach dem Abblühen fällt aber der obere Teil des Bechers ringsum in der Linie (*a*) ab, worauf nicht nur die Basis des Bechers (*b*), sondern auch der Stiel unterhalb des Bechers (*c*) stark zu wachsen beginnt, bis zur Zeit der Fruchtreife die grosse, massive Cupula zustande kommt. Wenn wir auch noch den oberen Teil des Bechers in der Blüte als ein, aus den Blütenteilen zusammengeflossenes Receptaculum ansehen wollten, so müssten wir dann notwendigerweise den Fruchtbecher als axiles Organ in Betracht ziehen, da derselbe erst später durch das Wachstum der Basis des Receptaculums und Blütenstiels entstanden ist. Eine schöne Bestätigung sehen wir in dieser Beziehung an der abgebildeten *Phoebe elongata* (Fig. 599, Antill.), bei welcher auch zur Fruchtreife das eigentliche Receptaculum ausdauert, aber der Blütenstiel selbst sich verdickt (*c*). Etwas ähnliches finden wir bei der Gattung *Cinnamomum*, wo das Receptaculum erst im späten Alter während der Fruchtreife abfällt. Bei *Aniba megacarpa* Hmsl. (Trinid.) ist die Cupula zur Zeit der Fruchtreife bis 6 *cm* lang und 4½ *cm* breit — also ein Organ von imposanten Dimensionen.

Eine sehr interessante Cupula finden wir unterhalb der weiblichen Blüte der Gattung *Hernandia* (Fig. 599), welche in die kleine Familie der *Hernandiaceen* gehört. Der Fruchtknoten ist da unterständig, einfächrig, zwei gleiche Kreise eines nicht kronblattartigen Perigons tragend. Daraus kann geschlossen werden, dass das eigentliche Receptaculum den Frucht-

knoten umfasst. Aber unterhalb des Fruchtknotens sehen wir noch ein krugförmiges, glattes Gebilde, welches den Fruchtknoten eng umschliesst, abgestutzt und mit seinem Rande kragenförmig einwärts umgestülpt ist. An der Oberfläche bemerken wir keine Adern und überhaupt nichts, woraus wir schliessen könnten, dass dieses Gebilde durch Verwachsung

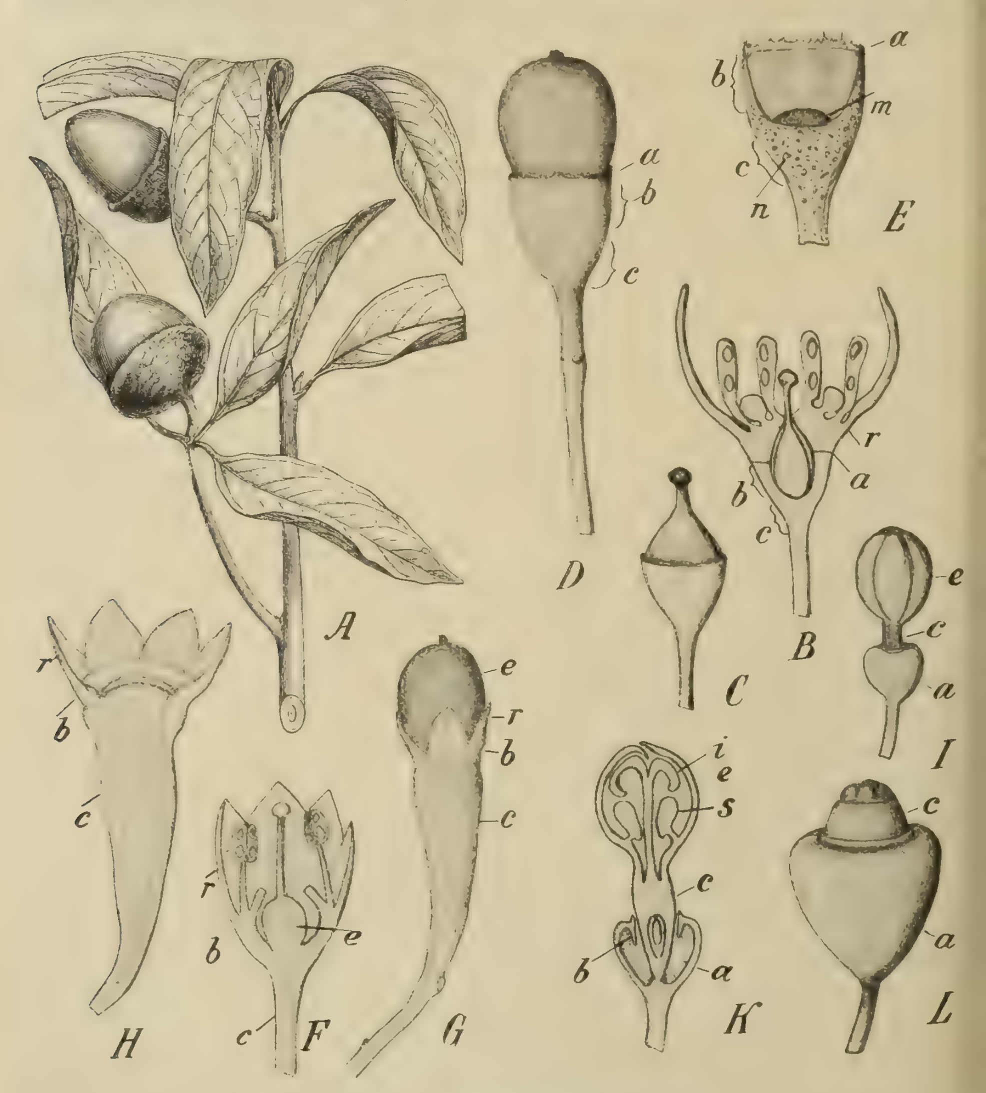


Fig. 599. Zur Deutung der Cupula der Lauraceen. *A*) **Nectandra Puchury major** Nees (nach Mart. Fl. Br.), fruchttragendes Ästchen, *B—E*) **Nectandra** sp., *B*) Längsschnitt durch die Blüte, *C*) nach dem Verblühen, *D*) Frucht, *E*) dieselbe im Längsschnitt. *F—H*) **Phoebe elongata**, *r*) Receptaculum, *b*, *c*) Cupula, *a*) Abtrennungslinie des Receptaculums, *m*) Narbe nach der abgefallenen Schliessfrucht, *e*) Ovarium, *n*) Ölbehälter. *I—L*) **Hernandia cordigera**, *I*) weibliche Blüte, schwach vergrössert, *K*) dieselbe im Längsschnitt, *L*) Frucht, *c*) Schliessfrucht, *a*) Cupula, *e*) Perigon, *s*) Staminodien, *i*) Narbe, *c*) unterständiger Fruchtknoten, *b*) eingerollter Kragen der Cupula. (Original.)

aus Vorblättern (α, β) oder aus einem zweiten Perigon entstanden sei. Übrigens ist das Perigon selbst, wie bei den Lauraceen, aus zwei Kreisen zusammengesetzt, so dass an einen umgewandelten Perigonkreis nicht gedacht werden kann. Die *Hernandiaceen* sind den *Lauraceen* sehr nahe verwandt, woraus wir mit vollem Rechte schliessen können, dass das erwähnte Gebilde (*a*) eine axile Cupula ist, welche sich hier sehr stark entwickelt und besonders ausgestaltet hat. Es hat dieselbe Funktion wie dort — nämlich die reife Frucht einzuhüllen.

Wahre axile Cupulen müssen auch vielen Gattungen der Familie der *Monimiaceen* zuerkannt werden. Die Cupula der Gattung *Tambourissa* (Fig. 555) hat eine auffallende Ähnlichkeit mit dem Receptaculum der Gattung *Ficus*, nur dass hier eine becherförmig umgewandelte Infloresccnz (ein Köpfchen, siehe S. 914) vorhanden ist — gewiss eine bemerkenswerte Analogie. Bei *Tambourissa* vergrössert sich der Blütenboden zu einem massiven, krugförmigen, auf der Oberfläche vollkommen kahlen Gebilde, welches an der Mündung vier kleine Perigonzähne trägt. Die zahlreichen Fruchtknoten sind in die Höhlungen des fleischigen Blütenbodens versenkt und zwar fast in dem ganzen Innern der Cupula. Dieser Umstand beweist am besten, dass das krugförmige Gebilde von axiler Beschaffenheit ist. Eine ähnliche Cupula besitzt die Gattung *Monimia*. Bei *Mollinedia sancta* (siehe Baill. Hist. des pl. I.) ist ihre Gestalt zwar ebenfalls krugförmig, aber die überaus zahlreichen Fruchtknoten (ebenso wie die Staubblätter in den männlichen Blüten) sitzen frei nebeneinander auf dem ebenen Boden der Cupula, welche sich durch einen ringsum abfallenden Deckel öffnet. *Mollinedia coriacea* (Baill. l. c.) trägt nicht nur an der Mündung, sondern auch an der Oberfläche der krugförmigen Cupula Schuppen (Phyllome) — offenbar Perigone und Vorblätter — so dass die Cupula dieser Pflanze eine grosse Ähnlichkeit mit dem phyllomartigen Receptaculum erlangt. Aber auch hier ist ihre Natur eine axile, weil die Fruchtknoten nicht nur am Boden, sondern auch an den Seitenwänden der Cupula sitzen.

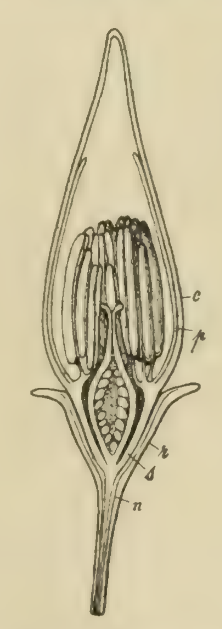


Fig. 600. **Eschscholtzia californica** Ch., Blüte im Längsschnitt; *c*) glockenförmiger Kelch, *p*) Petala, *r*) Cupula, *s*) Receptaculum, *n*) Gefässtrang aus dem Stiele in die Cupula eintretend. (Original.)

Vom morphologischen Standpunkte aus und für das Verständnis der Blütenreceptacula sehr wichtig ist die Blüte der Gattung *Eschscholtzia* (Fig. 600), dieser bekannten nordamerikanischen Pflanze aus der Familie der *Papaveraceen*. Hier finden wir unterhalb des glockenförmigen, aus zwei Blättern zusammengewachsenen Kelchs einen

kragenförmigen Rand, der mit dem Kelch nicht zusammenhängt, sondern vielmehr mit einem eigenartigen Becher, welcher sich allmählich nach untenhin verschmälert und in einen Stiel übergeht. Nur bei wenigen Arten entwickelt sich dieser Kragen nicht (E. pulchella, E. caespitosa). Der Kelch selbst sitzt an dem zweiten von der äusseren Cupula umfassten Receptaculum. Am Durchschnitte kann man gut sehen, dass anatomisch beide Becher voneinander differenziert sind; in den äusseren treten die Gefässbündel aus dem Stiele fliessend hinüber, während in dem inneren Becher die in den Kelch und in die Petala gehenden Gefässbündel verlaufen. Aus diesen Umständen erhellt, dass wir es hier mit zwei Bechern hintereinander zu tun haben, von denen der äussere eine wahre Achsencupula, welche durch Erbreiterung des Blütenstiels entstand, der innere aber ein Receptaculum ist, das seine Entstehung dem Zusammenfliessen des Perigons mit den Staubblättern verdankt. Die beigefügte Abbildung Fig. 600 veranschaulicht die Sache auch in den Details.

Der vorliegende Fall ist aber zugleich ein eklatanter Beweis, dass die gewöhnlichen Receptacula nicht axilen Ursprungs sind, wie die Sache häufig aber unrichtig ausgelegt wird, denn es ist undenkbar, dass sich bei *Eschscholtzia* die Blütenachse zweimal hintereinander zu einem Becher erbreitern würde. Das hätte weder vom biologischen noch vom morphologischen Standpunkte aus Sinn und Bedeutung. Wenn wir aber den inneren Becher als Receptaculum mit schwachen Wänden ansehen, so können wir uns leicht erklären, dass sich noch eine äussere Cupula gebildet hat, deren Zweck es ist, die ganze untere Blütenpartie zu stützen und zu schützen.

Es ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass auch die eigenartigen Involucralgebilde unter der Blüte der Gattungen *Sarcochlaena* und *Leptochlaena* Modifikationen der Achsencupula sind, leider mangelte es mir an Material, um dieses Organ selbst zu untersuchen und aus den undeutlichen Nachrichten Schumanns und Baillons kann ich mir kein klares Bild von der Sache konstruieren. Die genannten Gattungen gehören in die Familie der *Chlaenaceen* aus der Verwandtschaft der *Theaceen.*

Viel häufiger als die Cupula kommt bei den Angiospermen das phyllomartige Receptaculum vor. Es gibt viele Familien, bei denen es eine gewöhnliche Erscheinung ist, z. B. bei den *Rosaceen*, *Saxifragaceen*, *Lythraceen*, *Myrtaceen* und ebenso bei allen Familien mit unterständigen Fruchtknoten (*Umbelliferae*, *Oenotheraceae*, *Compositae*, *Rubiaceae* u. s. w.). Diese Receptacula werden von den systematischen Autoren fast durchweg kurz dahin erklärt, dass es sich da um flache Erbreiterungen des Blütenbodens handle und wenn es unterständige Fruchtknoten sind, so nehmen sie keinen Anstand zu behaupten, dass es hohle Blütenstiele

seien, in denen sich Eichen bilden (vergl. z. B. Engl. Fam. an unzähligen Orten!). Uns versetzt diese Leichtfertigkeit, mit welcher die Morphologie so wichtiger Organe abgefertigt wird, in Erstaunen. Wenn die genannten Autoren nur ein wenig die verschiedenen Formen der Receptacula vergleichen würden, so möchten sie gewiss bald auf Bedenken bezüglich des axilen Ursprungs derselben stossen.

Um die Zusammensetzung und den Charakter der Receptacula näher kennen zu lernen, wird es am besten sein, wenn wir einige Beispiele aus verschiedenen Familien eingehender durchnehmen werden.

In der Familie der *Lythraceen* steht der Fruchtknoten frei inmitten des Bechers oder Röhrchens, welche nicht einmal gut ein Receptaculum genannt werden können, denn wie z. B. bei *Lythrum*, *Heimia* u. a. sind deren Wände dünn, häutig, der ganzen Länge nach von Rippen durchzogen, welch letztere dann verfliessend in Kelchzähne übergehen, die in jeder Beziehung den übrigen Becherteilen ähnlich sind. Das Ganze sieht so aus, als ob der Becher nur aus dem Kelche gebildet wäre, in welchen die Petala und Staubblätter eingefügt sind. Bei der Gattung *Peplis* und bei einigen Arten der Gattung *Lythrum* abortiert die Krone gänzlich, in welchem Falle aber das Receptaculum dieselbe Beschaffenheit aufweist. Bei *Peplis Portula* gar sitzen die Staubblätter dicht an der Basis des Receptaculums selbst hinter dem hypogynen Diskus - und das Receptaculum bleibt sich immerfort gleich. Wir können da schön sehen, dass das Receptaculum der *Lythraceen* bloss aus einem Kelch gebildet ist, in welchen die Petala und Staubblätter eingefügt sind. Es ist da dasselbe Verhältnis vorhanden, welches wir bei den sympetalen Blumenkronen, in welche Staubblätter eingefügt sind, vorfinden (Primula, Pulmonaria, Syringa). Es ist noch niemand eingefallen, diese Corollen als Receptacula anzusehen und ganz ähnlich verhält sich die Sache bei den eben erwähnten Lythraceen.

In der Familie der *Rosaceen* sind allgemein Receptacula entwickelt und zwar in grosser Variabilität. Wir haben da niedrige, flache, mit einem stark entwickelten Blütenboden, an welchem zahlreiche Staubblätter und Fruchtknoten sitzen, versehene (Fragaria, Rubus), dann weiter pokalförmige (Waldsteinia, Prunus), ferner noch ausgehöhlte, krugförmige und an der Mündung fast geschlossene Becher (Rosa, Sanguisorba). Das Receptaculum der Gattung *Waldsteinia* ist zart, dünnwandig, von aussen in jeder Beziehung mit den Kelchzipfeln identisch, so dass hier ein ähnliches Verhältnis wie bei den *Lythraceen* vorliegt. Innen sind im Kreise zahlreiche Staubblätter eingefügt, aber man kann schon von aussen sehen, wie die Staubfäden bis zur Basis des Receptaculums herablaufen und wie innen die Gefässbündel in jedes Staubblatt hineinlaufen. Hier kann also von einem axilen Bestandteil keine Rede sein. Auch das Receptaculum der Gattung *Alchemilla* (Fig. 601) ist häutig und allmählich in die Kelch- und Neben-

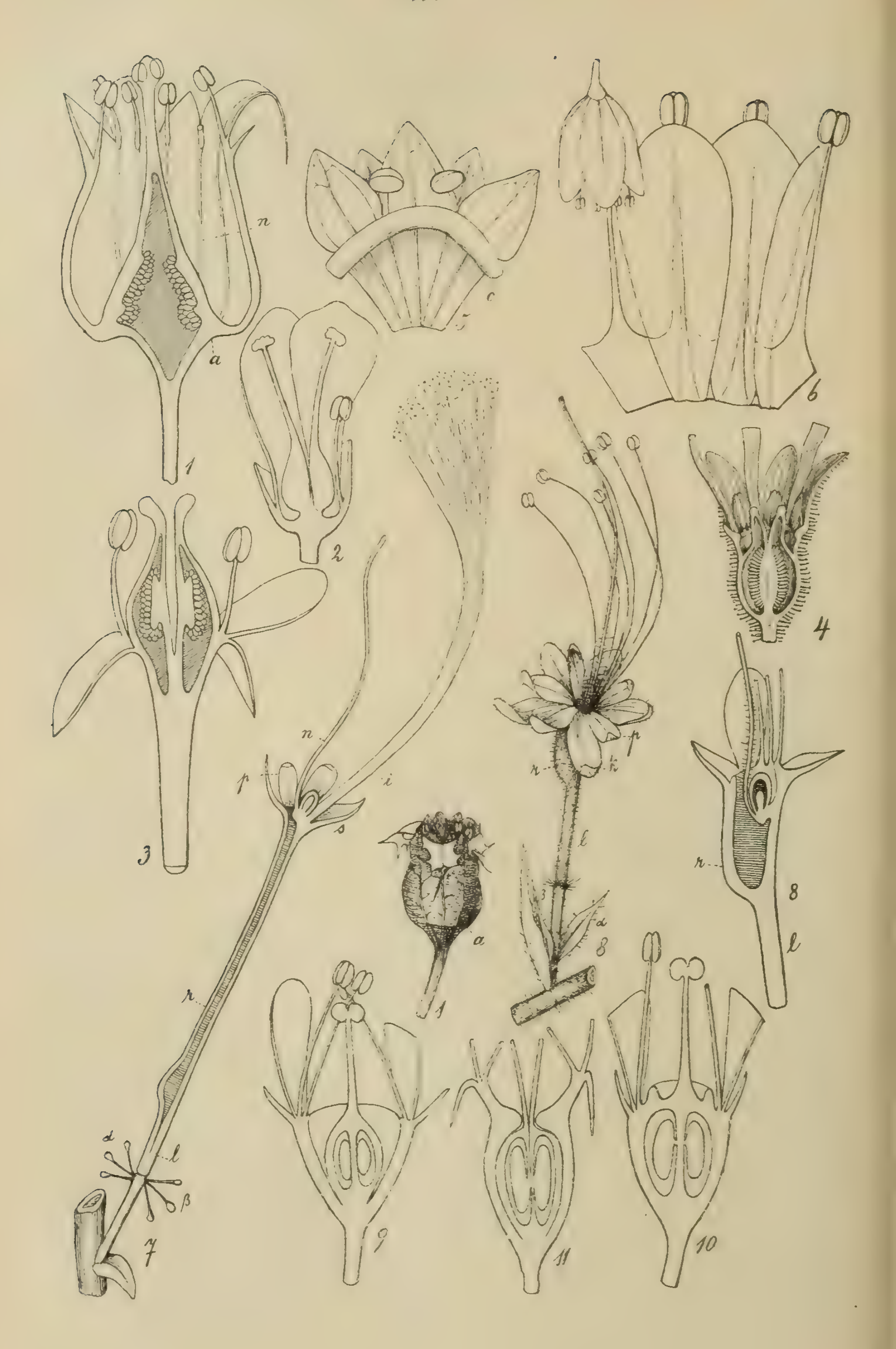

n
a
1
c
6
2
4
3
n
p
i
s
p
k
r
l
3
α
8
r
8
l
a
1
r
d
l
β
7
9
11
10

Fig. 601. Receptacula und Entstehung des unterständigen Fruchtknotens und des Pericladiums 1—4) Mannigfaltige Gattungen der Saxifragaceen, 1) **Telima grandiflora**, *a*) Verwachsungsstelle des Fruchtknotens mit dem Receptaculum, *n*) unter der Staubfädeninsertion herablaufende Nerven, 2) **Bergenia crassifolia**, 3) **Peltiphyllum peltatum**, 4) **Suksdorfia violacea** (nach Engler), 5) **Alchemilla vulgaris**, *c*) drüsiger Ring, 6) **Allium oleraceum**, 7) **Acioa incondera**, *n*) Griffel, *t*) bandförmig verwachsene Staubfäden, *s*) Kelch, *p*) Petala, *r*) Receptaculum, *l*) Anfänge des Pericladiums, α, β) tentakelartig umgewandelte Vorblätter, 8) **Hirtella paniculata**, *p*) Corolle, *k*) Kelch, *r*) Receptaculum, *l*) Pericladium, 9, 10) Receptacula mit freiem und verwachsenem (unterständigem) Fruchtknoten, 11) **Pirus**, Zwischenform. (Original.)

blattzipfel übergehend. Hier laufen die Nerven verfliessend durch die Wände des Receptaculums und durch die Kelchzipfel. Innen aber befindet sich an der Mündung ein starker, drüsiger Ring, welcher die Funktion eines Nektariums übernommen hat. Hinter demselben sind die Staubblätter eingefügt. Innen sitzt frei ein Fruchtknoten. Es kann also kein Zweifel darüber sein, dass der drüsige Ring nur eine Emergenz ist, wie bei *Sanguisorba*. Ähnlich gestaltet ist das Receptaculum der Gattung *Spiraea*. Denken wir uns nun, dass statt des Rings die ganze innere Wand des Receptaculums anschwillt oder dass das ganze innere Receptaculum sich in ein Nektarium verwandelt und wir erhalten einen dickwandigen massiven Becher, etwa so einen, wie wir ihn bei der Gattung *Prunus* sehen. So gewinnen wir da eigentlich eine Erklärung für die Mehrzahl der Receptacula. Das Receptaculum wird durch Anschwellung der Innenwände massiver und erweckt den Eindruck, als ob der Blütenboden selbst sich zu einem Becher erbreitern würde. Bei den Rosaceen kommt niemals ein freier Diskus unterhalb des Fruchtknotens vor, so dass von einem Anwachsen desselben an den Becher nicht gesprochen werden kann. Ein interessantes Verhältnis finden wir bei *Quillaja*, wo die Petala und Sepala frei bis zur Basis sind, indem sie keinen Becher bilden. Aber nur die innere Wand der Sepalen schwoll zu einer drüsigen Fläche an, oberhalb des Randes derselben entspringt der Kreis der episepalen Staubgefässe, während die epipetalen unterhalb der Fruchtknotenbasis zum Vorschein kommen.

In dem Becher der Gattung *Waldsteinia* finden wir unterhalb des drüsigen Rings an der Mündung einen häutigen Kragen, welcher in, der Länge nach gestreifte und gezähnte Zipfel geteilt ist. Dieser Kragen ist entweder eine blosse Emergenz oder ein Zusammenfluss von Staminodien. Die letztere Vermutung erhält ihre Bestätigung durch die Gattung *Spiraea*, wo in dem Becher an derselben Stelle sich ein Kreis ähnlicher Staminodien befindet (Sp. Aruncus, Sp. Ulmaria).

Denselben morphologischen Wert besitzt wohl auch das besondere, sackartige, ebenfalls der Länge nach gefurchte und am Rande gezähnte Gebilde, welches die vier freien Fruchtknoten der Gattung *Rhodotypus*

einhüllt. Hier ist fast gar kein Receptaculum entwickelt, nur die Kelchbasen sind ein wenig verdickt.

Das napfförmige, vollkommen glatte und massive Receptaculum der Gattung *Rosa* hat bisher auf alle Botaniker den Eindruck gemacht, dass es aus der Blütenachse entstanden sei, ja Čelakovský bemerkt, dass niemand an dem axilen Charakter desselben zweifeln werde. Diese Beurteilung ist auf der oberflächlichen Abschätzung gegründet, dass das Receptaculum der Rose glatt und massiv erscheint. Aber abnorme Fälle beweisen glänzend, dass auch dieses Receptaculum phyllomen Ursprungs ist. Derartige abnorme Fälle kommen, namentlich bei manchen Arten (R. pimpinellifolia), häufig vor und wurden auch schon öfter beschrieben. An solchen Blüten entfaltet sich das Receptaculum in fünf Kelchblätter, welche sowie die Petala frei an dem normal entwickelten und von Fruchtknoten besetzten Blütenboden sitzen. Interessant hiebei ist, dass es deutlich wahrzunehmen ist, wie das Receptaculum aus den Scheidenteilen der Kelchblätter gebildet ist, denn die freien Kelchblätter tragen Nebenblätter und eine Spreite, welche Bestandteile auch bei vielen Rosen tatsächlich in derselben Form am Rande des Receptaculums sitzen. Daraus können wir uns auch gut erklären, warum an den Receptakeln der Gattungen *Potentilla*, *Waldsteinia* u. a. zwischen den Kelchzipfeln nebenblattartige Anhängsel gefunden werden.

Noch eine, nicht seltene Abnormität bestätigt unsere Auslegung des Receptaculums der Rosaceen. Häufig nämlich sind die Blüten der Gattungen *Potentilla* und *Geum* so umgewandelt, dass das Receptaculum samt den Staubblättern normal bleibt, aber dass die Blütenachse weiter wächst in derselben Gestalt, wie der Stiel unterhalb des Receptaculums und dass sie am Ende entweder neuerdings eine Blüte oder nur Karpelle trägt. Bei einer solchen Gestaltung ist es undenkbar, dass eine absolut gleiche Achse unterhalb und oberhalb des Bechers sich interkalar zu einem Receptaculum erbreitern würde.

Das Receptaculum der Gattungen *Prunus* und *Pirus* verhält sich im wesentlichen gleich, nur dass bei *Pirus* (Fig. 601) auch die Wände der fünf Fruchtknoten mit dem Receptaculum verwachsen. Am Durchschnitte sehen wir auch tatsächlich ganz gut den anatomisch differenzierten Karpell- und Receptaculumteil. Die Mündung des Receptaculums ist auch hier drüsig verdickt, wie bei den Gattungen *Rosa* und *Spiraea* u. s. w. In der Mittelpartie aber bleiben die Karpelle unverwachsen. Hier gelangen wir also leicht zu der Erkenntnis, wie der sogenannte unterständige Fruchtknoten entsteht.

Die Verwachsung des oder der Fruchtknoten mit dem Receptaculum kann bis zu einem verschiedenen Grade erfolgen. Häufig finden wir bei vielen Familien und Gattungen (Saxifragaceae, Myrtaceae, Goodeniaceae, Gesneraceae, Ericaceae, Begoniaceae) alle möglichen Übergänge zwischen

einem freien oder einem mehr oder weniger mit dem Receptaculum verwachsenen (unterständigen) Fruchtknoten. Es nimmt sich das so aus, als ob sich der Fruchtknoten in dessen Höhlung mehr oder weniger tief versenken würde. Einmal ist er bloss mit der Basis mit dem Receptaculum verwachsen, ein andermal bis zur Hälfte, ein drittesmal ragt nur die freie Spitze hervor, bis endlich nur der Griffel am Receptaculum frei ist.

Es ist deshalb unbegreiflich, wie jemand noch vermuten kann, dass der unterständige Fruchtknoten eine ausgehöhlte Achse sei. Dass zwischen dem freien und unterständigen Fruchtknoten kein so grosser morphologischer Unterschied besteht, geht auch aus dem Umstande hervor, dass nicht selten auch einzelne Gattungen einen unterständigen Fruchtknoten besitzen, während die ganze Familie einen freien Fruchtknoten aufweist oder umgekehrt, so z. B. die Gattung *Samolus* in der Familie der *Primulaceen*, die Gattungen *Rhachicallis* und *Arcythophyllum* in der Familie der *Rubiaceen*, die Gattung *Zygadenus* in der Familie der *Liliaceen*, *Pterotropia* in der Familie der *Araliaceen*. Dass der unterständige Fruchtknoten bloss aus Karpellen und Perigonen gebildet ist und dass die Blütenachse hier damit nichts zu tun hat, geht auch aus zahlreichen Beispielen hervor, wo an dem unterständigen Fruchtknoten die Kelch- oder Perigonzipfel allmählich, aber deutlich in die Wände des unterständigen Fruchtknotens übergehen (Ludwigia). In der Gattung *Tacca* z. B. sehen wir schön noch die Nähte des äusseren und inneren Perigonkreises an dem unterständigen Fruchtknoten (!) und wie beide aneinander angewachsen sind. Wenn wir die Gattungen *Elaeagnus*, *Daphne* und *Gnidia* vergleichen, so bedarf es keiner besonderen Phantasie, um zu sehen, wie der unterständige Fruchtknoten zustande kommt.

Bei den Gattungen *Xanthium* und *Ambrosia* sind die weiblichen Blüten in das, durch Verwachsen der Vorblätter entstandene Receptaculum eingehüllt, wie wir schon oben (S. 813) auseinandergesetzt haben. Weil infolge dessen die Perigonhülle überflüssig geworden ist, so hat sich überhaupt keine entwickelt und sitzt der Fruchtknoten nackt in der Höhlung der Vorblätterhülle, indem er bloss mit zwei Narben (Fig. 565, 500a) abschliesst. Wenn hier der unterständige Fruchtknoten als umgewandelte Achse (es handelt sich da um Compositen) angesehen werden sollte, so wären wir nicht imstande, uns das Verschwinden des Perigons und gleichzeitig auch des eigentlichen Receptaculums zu erklären. Der Fruchtknoten der beiden Gattungen stellt bloss zwei verwachsene Karpelle dar.

Schliesslich zerlegt sich geradeso, wie bei der oben schon beschriebenen Gattung *Rosa*, auch bei den Compositen und Umbelliferen in vergrünten Blüten das Receptaculum in fünf freie Kelchblätter, welche dann wie die Petala und Staubblätter unterhalb des Fruchtknotens stehen. Die Umbellifere *Hermas villosa* Th. (Austr.) trägt inmitten der Döldchen 1—2

weibliche Blüten, während die Randblüten männlich sind und ein verkümmertes, frei an dem Blütenboden sitzendes Perigon zeigen. Ich habe selbst an ungefähr zehn verschiedenen Umbelliferen die Beobachtung gemacht, wie sich in den vergrünten Blüten das Receptaculum in zwei freie Karpelle mit einem Eichen am Rande, fünf Staubblätter, fünf Petala und fünf kleine Sepala, die sämtlich getrennt einem Blütenboden an der Stielspitze aufsassen, auseinanderlegten. Dass es keine bedeutungslose Monstrosität im Sinne einiger Physiologen ist, folgt schon aus der Regelmässigkeit, mit welcher diese Erscheinung bei allen Umbelliferen wiederkehrt.



Fig. 602. **Epilobium montanum, 1)** normale Blüte im Längsschnitt, *n*) unterständiger Fruchtknoten, *a*) Receptaculum, 2) abnorme Blüte mit am Fruchtknoten herabsteigenden Blütenteilen, 3) abnorme Blüte mit oberständigem Fruchtknoten. (Original.)

Ein besonders belehrendes Beispiel dieser Vergrünungsart habe ich an der allgemein verbreiteten Pflanze *Epilobium montanum* L. (Fig. 602) beobachtet. An dem langen, fadenförmigen Fruchtknoten finden wir in normalem Zustande eine kurze Röhre (*a*), deren Abschluss der Kelch, die Petala und Staubblätter bilden. Dieses Röhrchen (Receptaculum) ist, wie bekannt, bei den verwandten Gattungen *Fuchsia* und *Oenothera* sehr lang. Im ersten Grade der Vergrünung verschwindet das Röhrchen und sitzt dann das Perigon frei auf dem unterständigen Fruchtknoten. Bei einem weiteren Fortschreiten der Vergrünung beginnt sich der obere Teil des Fruchtknotens oberhalb des Perigons zu zeigen. Wenn die Vergrünung noch weiter geht, steigt das Perigon bis zur Basis des Fruchtknotens herab, bis schliesslich der ganze freie Fruchtknoten oben steht und an dessen Basis die Staubblätter, die Krone und der Kelch sich befinden. Die Sache sieht so aus, als ob diese Blütenteile allmählich an dem Fruchtknoten herabsteigen würden. Ihre Grösse und Form verändert sich hiebei nicht. Überraschend ist aber der Umstand, dass sowohl der oberständige als auch der unterständige Fruchtknoten absolut gleich, ja an der Oberfläche auch gleich behaart ist! Wenn wir voraussetzen wollten, dass der unterständige Fruchtknoten in ein axiles oder phyllomartiges Receptaculum eingehüllt sei, so müsste die äusserliche

Behaarung an dem oberständigen Fruchtknoten verschwinden. Man muss sich diese Sache wiederum durch die schon oben erwähnte Verschiebung erklären. Perigon und Staubblätter verschieben sich am Fruchtknoten hinauf, ohne an demselben Spuren zu hinterlassen. In anderen Fällen ist dieses Verhältnis ein entgegengesetztes, da das Perigon eine deutliche Hülle des unterständigen Fruchtknotens bildet. Der Fall mit unserem *Epilobium* hat viel Ähnlichkeit mit den schon genannten Gattungen *Lythrum* und *Primula*. Ebenso, wie dort eine Verschiebung der Staubblätter an der Krone und dem Kelche erfolgt, verschieben sich hier Kelch, Krone und Staubblätter an den Karpellen.

Auch in der Familie der *Saxifragaceen* gibt es viele Beispiele von häutigen Receptakeln, deren Konsistenz, anatomische Struktur und Nervenverlauf unbedingt mit den Kelchzipfeln übereinstimmt, so dass wir auch hier ein Kelchreceptaculum haben, in welches die Staubblätter und Petala eingefügt sind. Als Beispiel führen wir die in Fig. 601 abgebildete Gattung *Telima grandiflora* an. Hier wird gewiss niemand in dem Receptaculum einen axilen Bestandteil suchen. Hier haben wir zugleich das Beispiel eines Fruchtknotens, welcher nur in der unteren Partie mit dem Receptaculum verwachsen ist. Das abgebildete *Peltiphyllum* zeigt zwei bis zur Hälfte verwachsene, aber untereinander selbst freie Fruchtknoten und *Bergenia* besitzt überhaupt zwei freie Fruchtknoten.

Es ist selbstverständlich, dass der unterständige Fruchtknoten oder anders gesagt, der mit dem Receptaculum verwachsene Fruchtknoten eine spätere Form darstellt, welche aus den Blüten mit einem oberständigen und freien Fruchtknoten entstanden ist. Davon legen manchmal auch geographische und historische Fakta Zeugnis ab. So sind die auf der südlichen Hemisphäre verbreiteten *Cunoniaceen* (Sträucher und Bäume) ein alter, historischer Typus und ein Bestandteil der alten, erhaltenen Floren. Und bei diesen ursprünglichen Ureltern der rezenten *Saxifragaceen* zeigen die Blüten oberständige Fruchtknoten mit freien Kelchen und Petalen.

Ebenso interessante Studien kann man an den Receptakeln der *Myrtaceen* anstellen; wir können uns aber nicht in die diesbezüglichen Details einlassen, um dieses Thema nicht gar zu weit auszuspinnen. Nur zwei Beispiele wollen wir noch anführen. Bei einigen Gattungen (*Xanthostemon rubrum*) sitzt der Fruchtknoten frei auf einer grossen, flachen, an der ganzen Innenseite angeschwollenen und drüsigen Schüssel (einem Receptaculum). Aber man kann gut verfolgen, wie unter der drüsigen Schicht in die am Rande der Schüssel auseinandergestellten Staubblätter hineingehende Gefässbündel verlaufen. Als zweites Beispiel möge uns die Gattung *Calothamnus* (Fig. 603) dienen. Hier sind die Kronen und Kelche stark, lederartig, einander ähnlich und auch die Staubfäden bilden eine massive innere Wand, wodurch ein festes, starkwandiges Receptaculum entsteht, in welchem der Fruchtknoten frei sitzt. Auf dem Querschnitt

sehen wir deutlich drei differenzierte Schichten, welche dem Kelche, der Korolle und den Staubblättern entsprechen. Von einer axilen Schicht ist keine Spur, obgleich das Receptaculum so massiv ist. Und so wird sich die Sache wohl mit allen starken Receptakeln der Myrtaceen verhalten.

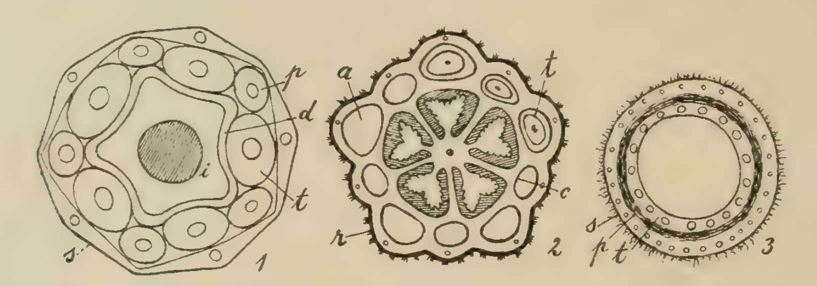


Fig. 603. Querschnitte durch d. Receptaculum von 1) **Staphylea formosa**, *s*) Kelch, *p*) Krone, *t*) Stamina, *d*) drüsige innere Wand, *i*) Fruchtknoten, 2) **Microlepis Mosenii** (Mart. Fl. Br.), *r*) Receptaculum, *a*) Kanäle, *c*) Fruchtknotenwand, *t*) Stamina, 3) **Calothamnus sp.**, *s*) Kelch, *p*) Krone, *t*) Stamina. (Original.)

In der Familie der *Capparidaceen* werden die verwachsenen und verschobenen Blütenteile verschiedenartig ausgelegt (siehe z. B. Pax in Engl. Fam. III). Die Blüte der Gattung *Macrua*, deren Zusammensetzung wir schon oben (S. 914, Fig. 556) gegeben haben, enthält ein langes, dickes Gynophor, welches von aussen das freie, röhrige Receptaculum umgibt. Dieses Gynophor hat unbestreitbar einen axilen Charakter und es wäre daher sonderbar, dass es selbst als solches sich noch an der Basis zu einem Hüllröhrchen erbreitern würde. Es ist sonach viel wahrscheinlicher, dass das ganze Receptaculum einen Phyllomcharakter an sich trägt, was durch die Art *Macrua undulata* Schz., welche überhaupt keine Petalen am Receptaculum entwickelt, bestätigt wird. Dieses Receptaculum stellt uns also einen blossen Kelch dar.

Wer durch die bisher angeführten Belege über die phyllomartige Zusammensetzung der Receptakel noch nicht überzeugt worden ist, wird hoffentlich die Richtigkeit unserer Aufklärung an der Familie der *Cucurbitaceen* anerkennen. Die Blüten der *Cucurbitaceen* sind diklinisch, die weiblichen mit vollkommen unterständigem Fruchtknoten. An den männlichen Blüten (z. B. bei *Cyclanthera pedata*, Fig. 604) sind zwar Kelch und Krone durch Farbe und Konsistenz differenziert, aber die Kelchblätter sind ihrer ganzen Fläche nach der Korolle angewachsen und stehen bloss mit ihrer Spitze frei ab. Die herablaufenden Nähte aber deuten sehr gut die Konturen der einzelnen Blätter an, so dass kein Zweifel daran sein kann, dass das ganze Receptaculum durch die Verwachsung des Kelchs und der Krone entstanden ist. Und dasselbe Receptaculum sehen wir an dem unterständigen Fruchtknoten in den weiblichen Blüten sitzen; es ist

deshalb undenkbar, dass die Aussenseite des unterständigen Fruchtknotens durch die Achse gebildet worden wäre, wenn der Oberteil von phyllomartiger Beschaffenheit ist. Übrigens zeugt für diese Beschaffenheit des Receptakels der Cucurbitaceen auch die Gliederung der Blüte an der Basis des Receptakels. Noch mehr als bei *Cyclanthera* sind die Kelchblätter von *Ecballium Elaterium* differenziert, wo das Ganze den Eindruck macht, als ob der grüne Kelch an die Krone angeklebt sei. Dieser besonderen Zusammensetzung des Receptaculums der Cucurbitaceen hat auch schon Pax (Engl. Fam.) seine Aufmerksamkeit geschenkt.

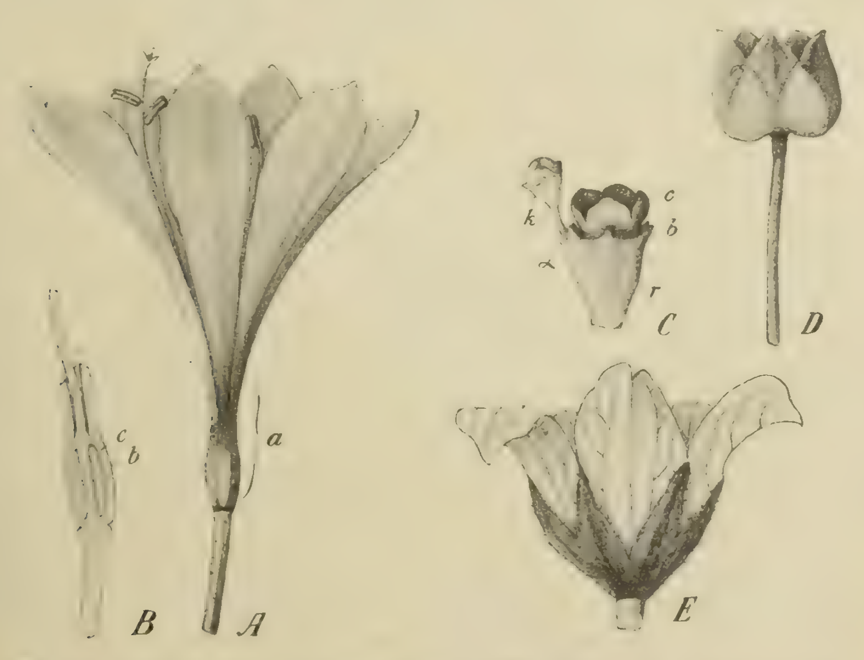


Fig. 604. Zur Deutung d. Receptaculums. *A*, *B*) **Clivia miniata**, in der Partie (*a*) sind die Perigonblätter samt den Staubblättern und unten mit dem Fruchtknoten verwachsen, *b*) Receptaculum, *c*) Fruchtknoten. *C*) **Tetragonia expansa**, *c*) Perigon, *r*) Receptaculum, *b*) Hörner am Receptaculum, α) Vorblatt, *k*) die mit dem Stiele dem Receptac. angewachsene Axillarblüte. *D*) **Cyclanthera pedata**, *E*) **Ecballium Elaterium**. (Original.)

Sehr belehrende Blütenverhältnisse finden wir bei *Allium oleraceum* (Liliac., Fig. 601). Hier verfliessen die langen Staubfäden an der Basis zu einer ganzen, häutigen Manschette. Aber an diese Manschette wachsen von aussen die Perigonblätter derart an, dass es scheint, als seien sie an die Manschette angeklebt, indem sie an der Basis frei sind. Hier kann doch von irgend einer Achse überhaupt keine Rede sein und dennoch handelt es sich da um den Anfang der Bildung eines Receptakels. In einem weiteren Grade fliesst das Perigon zu einem Ganzen zusammen und sind die Staubblätter an dessen Innenseite eingefügt (Muscari) und wenn diese

Hülle mit dem Fruchtknoten verwächst, so haben wir den unterständigen Fruchtknoten der Amaryllideen. Das sehen wir auch tatsächlich schön bei verschiedenen Arten dieser Familie.

An der häufig kultivierten *Clivia miniata* (Fig. 604) kann deutlich beobachtet werden, wie die Perigonblätter in der Partie (*a*) mit den Staubfäden zu einer Röhre und in der untersten Partie (*b*, *c*) zugleich mit dem Fruchtknoten verwachsen sind, so dass dieser unterständig wird. Am Fruchtknoten sind aber äusserlich die Nähte der einzelnen angewachsenen Perigonblätter gut zu sehen. Auch am Durchschnitte ist der eigentliche Fruchtknoten (*c*) anatomisch von der Perigonhülle (*b*) deutlich differenziert. Auch hier ist die Blüte unterhalb des Fruchtknotens scharf gegliedert, wodurch der Phyllomcharakter des Receptaculums gleichfalls bestätigt wird.

Eine bewunderungswerte Form und Zusammensetzung der unterständigen Fruchtknoten finden wir schliesslich bei vielen Arten der Melastomaceen (Fig. 603). So bildet das Receptaculum bei der Gattung *Microlepis* rings um den freien Fruchtknoten eine ununterbrochene Wand, welche jedoch mit dem Fruchtknoten durch querstehende Scheidewände verbunden ist, wodurch um den Fruchtknoten herum Längskanäle entstehen, durch welche die freien, unterhalb des Fruchtknotens eingefügten Staubfäden hindurchdringen. Die Petala stecken oben am Rande des Receptakels. Eichler und andere Autoren sehen hier das Receptaculum mit voller Bestimmtheit für axil an, weil es angeblich zwischen den Staubblättern aus der Blütenachse auftaucht. Unserer Meinung nach sind aber die erwähnten Kanälchen gerade ein Beweis für das Gegenteil, nämlich dafür, dass das Receptaculum durch Verwachsung der Sepala und Petala entstand und dass das Verwachsen des Receptakels mit dem Fruchtknoten nur teilweise durch die zarten Scheidewände verursacht wurde.

In der Familie der *Rhamnaceen* finden wir alle Übergänge vom ober- zum unterständigen Fruchtknoten — also Formen eines mehr oder weniger an den Fruchtknoten angewachsenen Receptaculums. Diese Familie steht in engen verwandtschaftlichen Beziehungen zur Familie der *Staphyleaceen* (Fig. 603), wo das Receptaculum nur schwach entwickelt ist und der Fruchtknoten frei an dessen Boden steht. Der Fruchtknoten selbst ist nur in der unteren Partie in seinen Karpellen verwachsen; oben sind die Karpelle frei und übergehen dieselben allmählich in lange Griffel. Das niedrige Receptaculum ist zwar massiv und macht den Eindruck, als ob es durch Erweiterung des Blütenbodens entstanden wäre (dies behauptet auch Pax). Aber diese Massivität entstand bloss durch die drüsige Anschwellung der inneren Wand, von der sich die Staubblätter, die Krone und der Kelch scharf differenzieren. In den Gattungen *Euscaphis* und *Turpinia* trennt sich gar diese drüsige Wand als freier, drüsiger Discus ringsherum vom Fruchtknoten ab! Dadurch ist in diesem Falle der beste

Fingerzeig dargeboten, wie das Receptaculum der Gattung *Staphylea* aufgefasst werden muss. Hiezu gesellt sich noch der Umstand, dass der Blütenstiel scharf und tief unterhalb der Blüte gegliedert ist, so dass, wie wir im nächsten Kapitel erfahren werden, das ganze Receptaculum bloss einen Phyllomcharakter haben kann. Unterhalb des Gliedes bemerken wir auch nach der geltenden Regel Vorblätter (α, β).

Eine höhere Komplikation des Receptaculums, Gliederung, Zygomorphie und Anwachsung des Fruchtknotens finden wir in der Unterfamilie der Rosaceen, bei den *Chrysobalaneen*. Das Receptaculum der Gattung *Chrysobalanus* ist becherförmig, wie bei den Rosaceen. Der einzige Fruchtknoten, aber mit einem seitlichen Basalgriffel, sitzt frei an dessen Boden. In den Gattungen *Grangeria* und *Moquilea* (Baill. I, Hook. Icon. 2619) beginnt sich dieser Fruchtknoten nach der einen Seite des Receptaculums hin zu verschieben. In der Gattung *Hirtella* (Fig. 601) gelangt der Fruchtknoten an einer Wand des Receptaculums so hoch hinauf, dass er bis zur Mündung selbst gerät. Dabei ist die Blüte schwach zygomorph und die Staubblätter sind nur an einer Seite des Receptaculumrandes entwickelt und ebenso, wie der lange, dünne Griffel bogenförmig gekrümmt. Das Receptaculum bildet einen sackartigen Sporn (*r*) und unterhalb desselben dehnt sich ein längeres Pericladium (*l*), welches durch ein Glied scharf von dem eigentlichen Stiel, an dem die Vorblätter (α, β) sitzen, abgeteilt ist. Überhaupt sind alle Blüten der Chrysobalaneen gegliedert, wodurch sie von den anderen Rosaceen besonders ausgezeichnet sind. Dieses Merkmal ist bisher von den Systematikern ganz unbeachtet geblieben.

Eine der vorerwähnten nahe stehende Gattung ist *Acioa* (Fig. 601). Hier geht die Entwicklung des Receptaculums und die Zygomorphie noch weiter, denn die Staubblätter sind mit den Staubfäden zu einem langen, farbigen Bande (*i*) verwachsen und das Receptaculum verlängert sich in Gestalt einer langen Röhre (*r*). Unterhalb des Sporns sieht man deutlich, wie sich die Höhlung verengert, bis sie sich schliesslich ganz verliert, wodurch ein solider Stiel — ein Pericladium — entsteht, welches von dem eigentlichen Stiel scharf abgegliedert ist. Am Ende des Stiels befinden sich borstenförmige Drüsen, umgewandelte Vorblätter (α, β), welche vielleicht die Dienste extrafloraler Nektarien verrichten. An dieser Blüte sehen wir schön die Entstehung des Pericladiums, welches sich bei der Gattung *Hirtella* schon als solider Stiel (*l*) zeigt. So gelangen wir zu einem neuen morphologischen Begriffe, mit welchem wir uns in dem nachfolgenden Kapitel beschäftigen werden.

Als besonderer Grund, warum es allgemein notwendig sei, die Receptacula als axile Gebilde anzusehen, werden Fälle aus den Familien der *Cactaceen* und *Mesembryanthemaceen* angeführt, wo aus dem Receptaculum Seitenblüten oder Knospen herauswachsen, was angeblich bloss an den

Achsen stattfinden könne. Diesem Argumente können wir vorerst die Ausstellung machen, dass es unlogisch ist, denn selbst dann, wenn es richtig wäre, so würde doch aus ihm keine Regel für alle Receptacula hervorgehen, da ja jene Fälle gegenüber allen anderen Receptakeln überaus selten sind. Aber sehen wir uns diese Fälle noch genauer an, um uns über die Sache ein selbständiges Urteil zu bilden.

Die Achselknospen, wie sie in der Achsel des Kelchs der Gattung *Mesembryanthemum* vorkommen, hatte ich nicht Gelegenheit zu untersuchen, aber ich vermute, dass es sich da um Achselknospen handle, welche aus der Achsel der Kelchblätter wohl auf dieselbe Weise hervorkommen, wie die Knospen an den Zwiebeln der Gattungen *Erythronium* und *Ornithogalum*. Schon oben (S. 920) haben wir bemerkt, dass die Kelchblätter der Gattung *Mesembryanthemum* eigentlich ein Perigon darstellen und dass sie, was ihre Gestalt anbelangt, allmählich in die unterhalb ihnen stehenden Blätter übergehen. Hiedurch wird die Entwicklung der Knospen in ihren Achseln noch begreiflicher.

Die Receptacula der Art *Tetragonia expansa* (Fig. 604) habe ich an einem grossen Material untersucht. Unterhalb eines einfachen Perigons (*c*) ragen kleine Hörner an dem Receptaculum hervor, welche aber eine bloss äusserliche Effiguration sind, ohne etwa einem verkümmerten Phyllom oder Kaulom zu entsprechen. Es entwickeln sich auch nie hinter ihnen irgendwelche Seitenblüten. Die gestielte Seitenblüte gelangt unterhalb zweier Zähnchen und zwar aus der Achsel eines kleinen Schüppchens (α) zur Entwicklung. Dieses Schüppchen ist ein transversales Vorblatt (α), zu welchem ein zweites (β) nur selten sich ausbildet. In einem Falle fand ich dieses Vorblatt in ein kleines, grünes Blättchen verwandelt vor, wodurch jeder Zweifel über dessen Bedeutung verscheucht wird. Es ist also die einzige Blüte unserer *Tetragonia* eigentlich ein verarmtes Dichasium. Das Vorblatt (α) wuchs hoch an das Receptaculum an und infolge dessen gelangte auch die Seitenblüte an das Receptaculum. Das beweisen — ausser der ganzen diagrammatischen Disposition — noch nachfolgende Umstände:

1. Es geschieht, dass das Schüppchen (α) und mit ihm auch der Blütenstiel (*k*) an dem Receptaculum stark herunterrückt, bis jene beiden fast an die Basis des letzteren gelangen. 2. Umgekehrt geschieht es, dass der Blütenstiel (*k*) der ganzen Länge nach an die Perigonblätter der Hauptblüte (*c*) anwächst, woraus das Streben des Anwachsens an das Perigon — oder Receptaculum erhellt, was im wesentlichen eins und dasselbe ist. Daraus geht hervor, dass das Receptaculum der *Tetragonia* nichts axiles in sich enthält (vergl. Pax, Engl. Fam.).

Was schliesslich die Familie der *Cactaceen* anbelangt, so müssen hier drei Typen von Receptakeln unterschieden werden:

1. An dem unterständigen, von stachligen Areolen bedeckten Fruchtknoten sitzen direkt die Petala und Staubblätter (Opuntia).

2. Dem unterständigen, von Areolen besetzten Fruchtknoten fügt sich ein langer Tubus an, an welchem allmählich die kleinen Schuppen in grosse, farbige Blumenblätter übergehen (Echinopsis, Epiphyllum).

3. An dem unterständigen, glatten Fruchtknoten sitzen direkt die freien Petala und Staubblätter (Rhipsalis).

Bei dem zweiten Typus ist deutlich zu sehen, wie die Schuppen und Blumenblätter durch Narben allmählich an dem Tubus herablaufen und so durch Verwachsung aller zusammen diesen Tubus (das Receptaculum) bilden. Es ist also an diesem Teile des Receptaculums nichts axiles. Aber der von Areolen bedeckte Fruchtknoten ähnelt vollkommen einem vegetativen Zweige. So verhält sich die Sache namentlich auch bei *Opuntia Salmiana*, bei welcher in der Regel (!) an dem Fruchtknoten aus einigen Areolen seitliche Vegetativzweige hervorkommen. Der Fruchtknoten selbst hat äusserlich eine so grosse Ähnlichkeit mit den sterilen Zweigen, dass sie vor dem Aufblühen gar nicht zu unterscheiden sind. Auch das ist eigentümlich, dass das ganze Perigon samt den Staubblättern von diesem Fruchtknoten abfällt, während es bei anderen Cacteen in vertrocknetem Zustande lang ausdauert. Aus dieser Sachlage ziehe ich den Schluss, dass hier der Fruchtknoten faktisch in den axilen Teil versenkt ist oder mit anderen Worten gesagt, dass dieser axile Teil den jungen Fruchtknoten umwachsen und oberhalb desselben erst die übrigen Blütenbestandteile entwickelt hat.

Ob das glatte Receptaculum der Gattung *Rhipsalis* einen axilen oder einen Phyllomcharakter hat, darüber kann ich vorläufig kein Urteil abgeben. Auf dem Durchschnitt sehen wir, dass das Receptaculum von den Fruchtknotenkarpellen scharf differenziert ist; oben trägt es zuerst kleine Schuppen und sodann die inneren, farbigen, bis zur Basis freien Blumenblätter; hinter den Staubblättern sieht man den drüsigen Nektarwall.

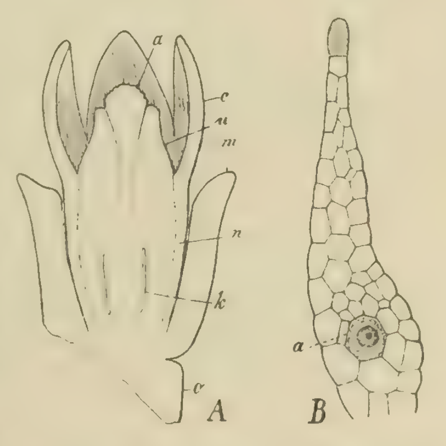


Fig. 605. Receptaculum, Ovarium und Eichen verwachsen. *A*) Durchschnitt durch die weibliche Blüte von **Viscum album**, *a*) Narbe, *u*) obere freie Fruchtknotenpartie, *c*) Perigon, *m*) Brakteen, *n*) Receptaculum, *k*) Embryosack. (Original.) *B*) **Balanophora elongata** Bl., weibliche Blüte, *a*) Embryosack (nach Treub).

Als indirekter Beweis, dass die Receptacula der Angiospermen häufig durch das Zusammenwachsen der Blütenphyllome entstehen, kann die Blüte vieler *Loranthaceen*, so z. B. der Gattung *Viscum* (Fig. 605) dienen. Hier besteht das Perigon aus vier freien

Zipfeln, welche das Receptaculum abschliessen, das die Aussenwand des unterständigen Fruchtknotens bildet. Die Karpelle sind vollständig mit dem Receptaculum verwachsen, so dass es nur am Durchschnitte an dem differenzierten Gewebe möglich ist, noch die Grenze beider zu unterscheiden. Aber auch die Ovula mit ihren Integumenten und Nucellen verwachsen und verfliessen mit den Karpellwänden so vollkommen, dass nicht einmal an dem Durchschnitte eine Spur derselben zu finden ist. So entsteht an der Basis des Perigons ein massiver, solider Fruchtknoten, in welchem wir bloss zwei lineale verlängerte Keimsäcke bemerken. Ein so weit gehendes Verwachsen der Blütenorgane gibt uns einen Fingerzeig, dass wir die Receptacula eher durch das Verwachsen der Blütenphyllome, als durch das Herauswachsen der Blütenachse auszulegen haben.

Dass wir bei dem genannten *Viscum* auch die ursprünglichen Eichen voraussetzen müssen, wird durch das verwandte *Arceuthobium Oxycedri* bestätigt, welches in der Jugend ein, in einem Fache in Gestalt eines kleinen Hökers entwickeltes Eichen enthält, das aber später ebenfalls mit den benachbarten Wänden verwächst. Ähnlich verhält sich die Sache bei *Elythranthe globosa* (nach Treub).

Eine noch grössere Reduktion der weiblichen Organe finden wir in der Familie der *Balanophoraceen*. Die weibliche Blüte der Gattung *Balanophora* stellt nach Treub einen fadenförmigen, unten verdickten, sonst aber durchaus aus gleichen Parenchymzellen zusammengesetzten Körper (Fig. 605) vor. Von irgendwelchen differenzierten Zellschichten ist keine Spur vorhanden, ebensowenig sehen wir ein Perigon, einen Fruchtknoten und Eichen. Nur in dem basalen, verdickten Teile befindet sich die Eizelle, aus welcher sich dann der unvollkommene Embryo entwickelt. Das Ganze erinnert getreu an das Archegonium der Laubmoose und dazu noch in unvollkommener Form. Hier müssen wir das gänzliche Zusammenfliessen des einzigen Karpells mit dem Eichen voraussetzen. Ein Perigon und demnach auch ein Receptaculum war wohl nicht gebildet.

Dass sich die Sache so verhält, geht aus den benachbarten Gattungen hervor, wo tatsächlich die, wenn auch rudimentären Eichen in der Höhlung der Karpelle ausgebildet sind, ja bei der Gattung *Cynomorium* besitzt das ziemlich vollkommene Eichen sogar ein vollkommenes Integument und hängt jenes in der Fruchtknotenhöhlung.

Wenn das Perigon oder Receptaculum an das Karpophor anwächst, so entsteht ein scheinbarer Stiel unterhalb der Blüte, das sogenannte Pericladium, welches regelmässig von dem eigentlichen Stiele gegliedert abgeteilt ist.

Schon im Jahre 1904 habe ich darauf aufmerksam gemacht, dass der gegliederte, lange und dünne Blütenstiel der Gattung *Asparagus* (Fig. 606) kein homogener Stiel ist, sondern dass der Teil oberhalb und unterhalb

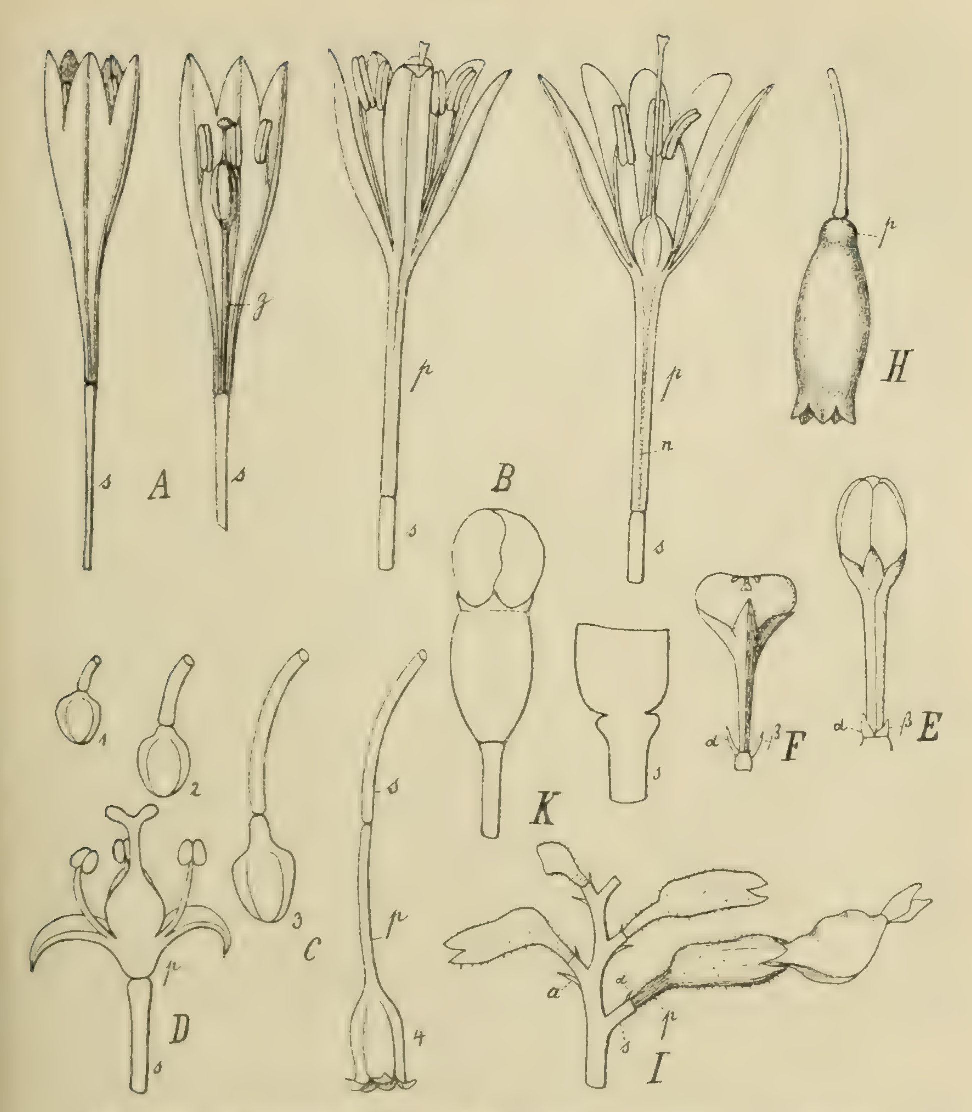


Fig. 606. Gegliederte Blüten. *A*) **Triteleia Bridgesii**, *g*) Gynophor, *s*) Blütenstiel. *B*) **Anthericum Liliago.** *C*) **Asparagus offic.** *D*) **Majanthemum bifolium.** *E*) **Erythroxylon Coca.** *F*) **Phyllanthus lathyroides.** *H*) **Polygonatum latif.** *I*) **Pavia rubra.** *K*) **Pseudopanax discolor**, *s*) Blütenstiel, *p*) Pericladium, *n*) Spuren nach dem Gynophor, *a*) Hochblatt, α, β) Vorblätter. (Original.)

der Gliederung einen anderen morphologischen Charakter zeigt, was sich schon durch das Wachstum beider Teile manifestiert. Wenn nämlich in der Jugend unterhalb der noch eingerollten Blüte bloss ein kleiner Ansatz zum Vorschein kommt, ist der Stiel unterhalb des Gliedes bereits bedeutend verlängert. Erst später beginnt sich auch der Ansatz oberhalb des Gliedes zu verlängern, bis er so gross wird, wie der Stiel unterhalb des

Gliedes. Ich habe deshalb jenem Ansatze oberhalb des Gliedes den Namen »Pericladium« beigelegt und dasselbe als ein besonderes morphologisches Organ bezeichnet.

Wenn wir die nahe verwandten Gattungen *Polygonatum* und *Convallaria* (Fig. 606) in Beobachtung ziehen, so sehen wir an der letzteren, dass das Glied sich knapp unterhalb des Perigons befindet, während wir bei der erstgenannten Gattung wahrnehmen können, dass das Perigon sich an der Basis verengert und einen dicken Ansatz (*p*) — den ersten Anfang des Pericladiums — bildet. Schon aus diesen drei Beispielen ist ersichtlich, dass das Pericladium ein Bestandteil des Perigons ist und dass es in der Gattung *Asparagus* nur scheinbar die Gestalt des eigentlichen Stiels annimmt.

Verweilen wir indessen noch bei der Familie der *Liliaceen*, um das Wesen und die Entstehung des Pericladiums noch besser zu erläutern. An der schönen Blüte der Gattung *Triteleia* (Fig. 606) erblicken wir, dass das verwachsene Perigon allmählich nach unten hinab sich verschmälert, wo es durch ein Glied vom Stiele scharf abgeteilt ist. Bis hieher ist es blau gefärbt und an der Oberfläche durch fünf starke Nerven bis zum Gliede gekennzeichnet. Der Fruchtknoten sitzt auf einem langen Gynophor, welches von der unteren verdickten und verschmälerten Perigonpartie umfasst wird. Wenn wir uns nun denken, dass die Wände dieser verschmälerten Basis des Perigons mit dem Gynophor verwachsen, so erhalten wir die Blüte der Gattungen *Anthericum* und *Chlorophytum*, wo wir unterhalb des Perigons ein ziemlich langes Pericladium vorfinden, das bei einigen noch gefärbt und von gleicher anatomischer Beschaffenheit wie das Perigon selbst, bei anderen aber grün wie der Blütenstiel ist. Auch die Gattung *Hemerocallis* weist das Perigon unten bedeutend verschmälert auf und ist es dort auf dem Übergange in ein Pericladium befindlich, nur ist der Fruchtknoten ansitzend und gynophorlos.

Wenn die Blüte gegliedert ist, so fällt sie im Gliede ganz ab, falls sie nicht zur Befruchtung und Fruchtreife gelangte. An keiner gegliederten Blüte fällt bloss das Perigon oder Receptaculum allein ab. Es ist dies ein Umstand, welcher für das Verständnis der Bedeutung des Pericladiums von Wichtigkeit ist. Wenn wir verschiedene Blüten vergleichen, so sehen wir, dass das Perigon nach dem Abblühen entweder abfällt oder ausdauert oder dass alles vertrocknet unterhalb der Frucht oder auf derselben zurückbleibt. Schön können wir diesen Vorgang abermals in der Familie der *Liliaceen* verfolgen, wo Gattungen mit nicht gegliederten Blüten (Lilium, Tulipa, Ornithogalum, Fritillaria u. a.) abfallende Perigonblätter haben, während bei allen gegliederten Blüten das Perigon nicht abfällt. Dies bedeutet, dass dort, wo das Pericladium aufsitzt, nämlich in dem Gliede, sich die Insertion der Perigonalblätter befindet. Das wird evident durch die Gattung *Smilax* bewiesen, wo, obgleich verwandte Gat-

tungen (Asparagus, Convallaria u. a.) gegliederte Blüten besitzen, dennoch ein Pericladium nicht zur Entwicklung gelangt ist. Dagegen fallen aber die Perigonalblätter von dem Blütenboden gegliedert ab. Bei den verwandten Gattungen *Majanthemum* und *Smilacina* verbinden sich die freien Perigonblätter ganz unten an der Basis ein wenig und fallen erst dort im Gliede ab. Hier haben wir also einen deutlichen Übergang zur Gattung *Smilax* und zugleich eine neue Bestätigung der Bedeutung des Pericladiums.

Die mit einem Pericladium versehenen oder wenigstens gegliederten Blüten sind stets für gewisse Gattungen der Liliaceen oder auch für ganze Sektionen dieser Familie charakteristisch. Ausser den bereits genannten haben gegliederte Blüten noch: Nolina, Liriope, Tofieldia, Xerotes, Yucca und aus den verwandten Familien: Clivia und andere Amaryllidaceen, Stemona u. a. Weil, wie wir noch hören werden, die Gliederung der Blüten ein sehr wichtiges systematisches Kriterium ist, so müssen wir schliessen, dass die Liliaceengattungen *Paris* und *Trillium*, welche keine gegliederten Blüten haben, nicht in die Verwandtschaft der Smilacineen, wohin sie gewöhnlich gestellt werden, gehören, sondern dass sie eine selbständige Gruppe bilden.

Welche Bedeutung das Pericladium hat, davon überzeugen uns auch noch andere Gattungen aus verschiedenen Familien der Dikotylen. Einige Beispiele hiezu sind bereits in meiner zitierten Arbeit angeführt. Diesen Beispielen fügen wir noch einige weitere an. Die Gattung *Rumex* besitzt durchweg gegliederte Blüten und zwar finden wir bei einigen Arten (R. Acetosa, R. Acetosella u. a.) nur ein unbedeutendes Pericladium, welches sich als eine verdickte, von dem dünnen, abgegliederten Stiele sich deutlich unterscheidende Perigonbasis darstellt. Andere Arten (R. crispus, obtusifolius) zeigen aber ein, dem langen, dünnen Stiele vollkommen ähnliches Pericladium. Zwischen den beiden Typen sind aber allmähliche Übergänge, ja es gibt viele Arten, wo der Stiel ganz kurz und das Pericladium lang, stielartig erscheint.

Auch manche Gattungen der *Rhamnaceen* weisen durchweg gestielte Blüten mit einem bedeutend verlängerten Pericladium auf. So namentlich die Gattung *Ceanothus* (Fig. 26, Taf. IX), dessen Receptaculum sich langsam zu einem langen Pericladium verschmälert, welches durch sein Exterieur und seine Farbe scharf von dem eigenen, ganz kurzen Stiel differenziert ist. Überhaupt gilt die Regel, dass, wenigstens in der Jugend, das Pericladium eine anatomische Identität mit dem Perigon an den Tag legt, während der Stiel die gleiche Beschaffenheit hat, wie der Stengel oder Zweig. *Rhamnus Alaternus* zeigt z. B. das Receptaculum geradeso wie das Pericladium gleich gelb gefärbt. Weil hier ferner das Receptaculum keine Blumenkrone, sondern bloss oben eingefügte Staubblätter trägt, so sehen wir gut, dass hier das Receptaculum keinen axilen Charakter haben kann,

sondern dass es lediglich aus dem Kelch zusammengesetzt ist. Das gleiche gilt vom Pericladium. In derselben Weise sind aber alle Receptacula der Rhamnaceen, welche eine Corolle enthalten, ausgebildet — woraus auch hier ihre Phyllombeschaffenheit resultiert.

Die Blüten in der Familie der *Euphorbiaceen* sind durchweg gegliedert und wurden in meiner oben zitierten Abhandlung in dieser Beziehung die Gattungen *Mercurialis* und *Phyllanthus* bereits besonders beschrieben. Bei der letztgenannten Gattung ist das Pericladium geradeso wie das Perigon, in welches es allmählich übergeht, gleich gefärbt. *Pseudanthus pimeleoides* Sieb. (Austral.) hat grosse, längliche, rosarote Perigonblätter, welche allmählich bis zum Gliede herablaufen, so dass sie sich allmählich von dem Pericladium abteilen und dadurch am besten dessen Entstehung andeuten.

Manihot utilissima trägt grosse, traubenförmig angeordnete Blüten, von denen die 1—2 untersten weiblich, die übrigen alle männlich sind. Die letzteren haben ein grosses, glockiges, gamopetales Perigon, welches an der Basis in ein kurzes, von dem langen Stiele scharf abgegliedertes Pericladium ausläuft. Der Stiel trägt unten zwei kleine Vorblätter (α, β). Die weiblichen Blüten zeigen weder ein Pericladium noch ein Glied am Stiele oder unterhalb der Blüte! Dagegen aber fällt das Perigon nach dem Abblühen knapp unterhalb des Fruchtknotens ab, woraus ersichtlich ist, dass die verschmälerte Basis der männlichen Blüte ein Bestandteil des Perigons ist und dass das letztere dort anfängt, wo das Glied ist. Dieses Verhältnis zwischen beiden Blüten kommt auch bei der Gattung *Mercurialis* vor. Dass alles, was sich oberhalb des Gliedes befindet, zum Perigon und überhaupt zu den Blütenphyllomen gehört, beweist auch die Gattung *Euphorbia*, wo dem Gliede vermöge eines Staubfadens das einzige Staubblatt aufsitzt. Hier kann doch der Staubfaden unmöglich als gegliederter Stiel angesehen werden.

Eine sehr belehrende Gliederung kann man bei den Gattungen *Aesculus* und *Pavia* sehen. Die grossen, zygomorphen, in Wickelstellung befindlichen Blüten besitzen kurze, dicke Stiele, von denen durch ein Glied das gleich lange, durch Farbe und Konsistenz mit dem Receptaculum identische Pericladium abgeteilt ist, in welches es allmählich übergeht. Auffallend ist es auch, dass der Stiel kahl ist, während das Pericladium gleichermassen drüsig-behaart erscheint, wie das Receptaculum. Unterhalb des Gliedes selbst ist ein winziges Vorblatt (α) entwickelt.

Schon früher haben wir bei der Auslegung des Receptaculums der Gattungen *Acioa* und *Hirtella* (Fig. 601) bemerkt, dass sich aus dem röhrenförmig verlängerten Receptaculum der genannten Gattungen durch Verwachsung ein scheinbarer Stiel oder ein Pericladium bildet. Diese zwei

Beispiele allein können jedermann überzeugen, welchen Charakter das Pericladium hat.

Der bekannte Strauch *Erythroxylon Coca* (Fig. 606) besitzt mit einem Kelche und Kronblättern versehene Blüten. Die Kelchblätter laufen allmählich an dem Pericladium herab, indem sie fünf Furchen bilden, wodurch das Ganze den Anschein erweckt, als ob das Pericladium in fünf flache Streifen eingehüllt sei, welche allmählich in den Kelch übergehen, indem sie die gleiche Färbung zeigen, wie dieser. Das Pericladium fällt im Gliede bis an der Insertion selbst ab, wo auch zwei kleine Vorblätter (α, β) entwickelt sind.

Die gegliederten Blüten und demnach auch mehr oder weniger entwickelten Pericladia finden wir bei den verschiedenartigsten Familien und Gattungen. Beispielsweise führen wir an: die Gattungen *Cneorum*, *Cordia*, *Myroxylon*, die Familien der *Vitaceen*, *Sapindaceen*, *Celastraceen*, *Staphylea*, *Oxalis*, *Sparmannia*, *Ehretia*, die *Malpighiaceen*, *Solanaceen*, *Urticaceen*, *Polygonaceen* u. a. Bei der Beurteilung der gegliederten Blüten müssen wir besonders vorsichtig sein, denn der Stiel ist häufig auf Null verkürzt und das stielartige Pericladium scheint dann ein Stiel zu sein. In einem solchen Falle verrät sich aber das Pericladium durch gegliederte Abtrennung in der Achsel selbst. Ähnlich verhält sich die Sache, wenn die Blüte unterhalb des Perigons selbst gegliedert ist.

Bemerkenswert ist der Umstand, dass bisweilen in derselben Familie die Blüten mancher Gattungen gegliedert und anderer ungegliedert vorkommen. So z. B. in der Familie der *Araliaceen*, wo die Gattungen *Pseudopanax*, *Myodocarpus*, *Aralia* u. a. dicht unterhalb des unterständigen Fruchtknotens ein deutliches Glied aufweisen.

Auch die *Leguminosen* und die Unterfamilie der *Papilionaceen* enthält Gattungen mit gegliederten und ungegliederten Blüten. Die Gattungen aus der Verwandtschaft der Gattung *Phaseolus* und *Erythrina* haben durchweg dicht unter dem Kelche gegliederte Blüten. Unterhalb des Gliedes selbst sitzen zwei kleine Vorblätter (α, β). Ähnlich ist die Sache bei der Gattung *Dalbergia* u. a.

Sehr interessante Verhältnisse finden wir in dieser Beziehung in der Familie der *Cucurbitaceen*. Die männlichen Blüten zeigen gewöhnlich eine deutliche Gliederung, aber auch bei ihnen pflegt dieselbe nur durch differenzierte Behaarung und Färbung kennbar zu sein, während die Abschnürung gänzlich verschwindet. In den weiblichen Blüten verwächst das Glied unterhalb des unterständigen Fruchtknotens dermassen, dass davon fast gar nichts zu sehen ist. In der Jugend aber pflegt das Glied mehr oder weniger sichtbar angedeutet zu sein (so bei den Gattungen Rhynchosia, Cyclanthera, Momordica). Dass jedoch das Glied auch dort, wo es gänzlich verschwindet, vorausgesetzt werden muss, geht aus dem Beispiele an *Anguria Makoyana* hervor, wo die Blüte ebenfalls von dem

Stiele nicht abgeschnürt, die letztere aber dennoch durch rote Färbung scharf von dem Stiele abgegrenzt ist. Viele Gattungen und Arten zeigen allerdings eine scharfe Abgliederung (Cucumis sativa).

Besonders bemerkenswert sind aber die Früchte mancher Cucurbitaceen, besonders jener Arten, welche zu dekorativen Zwecken in den Gärten kultiviert werden. Einige Formen der *Lagenarien* und noch mehr einige kleine Formen von *Cucurbita Pepo* entwickeln Früchte, welche in einen langen, dünnen Stiel verschmälert sind. Im Querschnitt zeigen diese Stiele eine solide Struktur und enthalten dieselben keine inneren Fächer und keine Samen. Die Fächer beginnen erst in dem breiter gewordenen, kugeligen Teile. Weil der Fruchtknoten und demnach auch die Frucht dieser Cucurbitaceen aus einem Receptaculum und unterständigen Fruchtknoten zusammengesetzt sind, so ist es klar, dass der stielartige Teil der beschriebenen Früchte ein wahres Pericladium vorstellt. Und bei einigen ist dieses Pericladium tatsächlich gegliedert abgeteilt.

Das Pericladium ist also nach den bisher gegebenen Analysen aus einer zentralen Achse und einer Phyllomhülle zusammengesetzt, weshalb es unmöglich ist, dass an dem Pericladium irgendwelche Blattbildungen oder Knospen entstehen könnten, weil normalerweise an einem Blatt weder ein Blatt noch eine Knospe zu erscheinen vermag. Wenn die Blüte also mit Vorblättern (α, β) versehen ist, so müssen diese notwendig unterhalb des Glieds, also immer am Stiele, niemals aber auf dem Pericladium sitzen. Diese morphologische Deduktion erhält ihre glänzende Bestätigung durch alle Fälle der gegliederten Blüten (siehe Fig. 606). Tatsächlich sitzen die Vorblätter, wenn sie entwickelt sind, entweder am Ende des Stiels unterhalb des Gliedes selbst, oder tiefer am Stiele.

Aus dieser Erfahrung resultiert aber zugleich auch die Lehre, dass die Receptacula und unterständigen Fruchtknoten Phyllomcharakter besitzen, denn auch die ein Receptaculum tragenden Blüten pflegen gegliedert und gleichzeitig mit Vorblättern versehen zu sein (Acioa, Rhamnaceae, Staphylea u. a.).

Von der eben erwähnten Regel, insoweit sie die Vorblätter (α, β) betrifft, scheint eine Kulturform der gemeinen Stachelbeere (*Ribes Grossularia*) eine Ausnahme zu bilden. Aus der weiter unten folgenden Analyse werden wir aber sofort die Erkenntnis schöpfen, dass sich auch hier alles auf normale Verhältnisse zurückführen lässt und dass daher hier überhaupt keine Ausnahme von der Regel existiert.

Die Blüten der Gattung *Ribes* (Fig. 607) sind im allgemeinen scharf gegliedert und zwar haben R. aureum, rubrum, sanguineum, nigrum, multiflorum, alpinum ein scharfes Glied unterhalb des unterständigen Fruchtknotens. Bei R. Grossularia und R. niveum befindet sich das Glied in der Achsel bei der Insertion selbst, wo auch zwei kleine Vorblätter

(α, β) vorhanden sind. In diesem Gliede fällt auch die Blüte leicht ab, wenn sie nicht befruchtet worden ist. Es ist hier also ein langes, stielähnliches Pericladium entwickelt. Übrigens ist auch bei R. sanguineum schön zu sehen, wie der unterständige Fruchtknoten sich allmählich an der Basis in die Länge dehnt und ein kurzes Pericladium bildet. Auch sind dann bei R. multiflorum, R. sanguineum und R. nigrum gewöhnlich unterhalb des Gliedes kleine Vorblätter (α, β) entwickelt.

Bei der Mehrzahl der Arten der Gattung *Ribes* sind die Blüten in verlängerte Trauben gestellt und aus den Achseln der Brakteen (*a*, *b*, *c* . . .) hervortretend, wie wir es z. B. bei R. aureum sehen (Fig. 607). R. Grossularia und dessen Verwandtschaft aber trägt die Blüten an längeren Stielen einzeln oder zu zweien. Es sind dies eigentlich armblütige Trauben, wovon die Brakteen (*a*, *b*) und deren Orientierung zu den beiden Blüten Zeugnis ablegen (siehe das Diagramm [7]).



Fig. 607. Gegliederte Blüten der Gattung **Ribes**. 1) Blütentraube von **Ribes aureum**, 2—7) **R. Grossularia**, die Traube auf eine Blüte reduziert, 2) normaler Zustand, 5, 6) Hochblätter (*a*, *b*) dem Pericladium und Fruchtknoten angewachsen, *p*) Pericladium, 7) Diagramm. (Original.)

Nun geschieht es, dass bei einer Gartenvarietät die beiden Vorblätter (α, β) a b n o r m e r w e i s e mehr oder weniger an das stielartige Pericladium (3) anwachsen. Ja, es kommt vor, dass (α) normal an der Basis unterhalb des Gliedes sitzt, während (β) sich verschieden hoch an dem Pericladium emporschiebt, ja manchmal auch auf den Fruchtknoten gerät. Das würde allerdings der Erfahrung und der morphologischen Notwendigkeit, dass an dem Pericladium und dem unterständigen Fruchtknoten kein Phyllom herauswachsen kann, widersprechen. Aber es geschieht hier, dass auch die Brakteen (Hochblätter) *a*, *b* an das Pericladium, ja selbst an den Fruchtknoten anwachsen, was an den herablaufenden Rändern sehr deutlich wahrzunehmen ist. Wir gelangen sonach zu der Erkenntnis, dass hier ein Anwachsen oder eine Verschiebung der Brakteen und Vorblätter an den nächsten Phyllomen vor sich geht, was

keine Seltenheit ist. Man kann auch tatsächlich die Bemerkung machen, dass von den verschobenen Vorblättern Spuren bis unter das Glied in der Achsel herablaufen. Es entspringen also auch hier beide Vorblätter unterhalb des Glieds, sie wurden jedoch von hier auf das Pericladium hinaufgeschoben. Übrigens ist die Verschiebung der Brakteen auf den unterständigen Fruchtknoten oder das Receptaculum nichts, was etwa nur bei Ribes vorkommen würde, denn wir können diese Erscheinung auch anderwärts häufig beobachten (Cucurbitaceae, Pirus).

Eine besondere Aufmerksamkeit — und zwar aus mehreren Gründen — verdient die Gliederung der Blüten in der Familie der *Orchidaceen*. Die Gliederung der Blüten ist hier allgemein, aber manchmal unauffällig, weil der lange und dünne Fruchtknoten direkt in der Brakteenachsel sitzt und hier auch das Glied verborgen ist. Aber es gibt auch Gattungen (Cypripedium, Orchis, Listera), an denen die Gliederung nicht in die Augen fällt. Es sollte dies neuerdings Anlass zum Studieren dieser Sache geben. Dagegen gibt es Gattungen, welche nicht nur ein sehr deutlich hervortretendes Glied, sondern ausserdem auch noch ein langes Pericladium besitzen. So hat ein langes Pericladium die Gattung *Cattleya* und *Bulbophyllum Lobbi*. *Pleurothallis* trägt zahlreiche Blüten in Trauben und zwar auf langen Stielen, welche dicht unterhalb des Fruchtknotens gegliedert sind. Blütenstiele sind aber bei den Orchideen eine Seltenheit.

Sehr interessante Blütenverhältnisse erblicken wir an den schönen Blüten der *Masdevallia ignea* (Fig. 19, 20, Taf. VI). Diese trägt an dem langen Schafte eine einzige, langgestielte Blüte, welche aber keine terminale Stellung einnimmt, sondern aus der Achsel des Hochblatts (der Braktee) (*k*) entspringt, während der Schaft mit einem verkümmerten Scheitel (*l*) abschliesst. Der Blütenstiel (*o*) ist von dem länglichen Fruchtknoten (*s*) durch einen scharfen Einschnitt (*z*) abgeschnürt — ein Pericladium ist hier nicht entwickelt. Unserer Theorie zufolge muss auch der unterständige Fruchtknoten aus dem Phyllomreceptaculum und im Innern aus Karpellen gebildet sein. An den Wänden des Fruchtknotens sehen wir schon von aussen an den herablaufenden Furchen, dass die Rippen von den Perigonblättern fliessend in die Wände des Fruchtknotens übergehen. Am Durchschnitte sehen wir dann deutlich, wie das äussere und innere Perigon zu einer starken Aussenwand (*m*) zusammenfliesst, von welcher innen die Karpellwand (*p*) scharf differenziert ist. Von einer Achsenpartie ist hier nirgends eine Spur. Der Fruchtknoten der Orchideen kann daher kein »hohler Stiel« sein, wie Pfitzer (in Englers Familien) behauptet. Wenn der Fruchtknotenteil (*s*) eine Achse sein sollte, dann könnte uns niemand erklären, weder vom morphologischen noch vom biologischen Standpunkte, warum diese axile Partie von der unteren Achsenpartie (*o*) durch einen Einschnitt abgeteilt ist. Pfitzer sieht auch die Säule (*n*) als eine verlängerte Blütenachse an, obzwar wir auf unserer

Abbildung gut erkennen, dass eben die Karpellwände allmählich in die Säule übergehen, welch letztere einen gewöhnlichen Griffel wie bei anderen Fruchtknoten vorstellt.

Die Blüten der Familie der *Malvaceen* sind durchweg deutlich gegliedert und zwar mit einem mehr oder weniger entwickelten Pericladium· Der Stiel und das Pericladium sind manchmal durch die Behaarung differenziert. Unterhalb des fünfzipfligen Kelchs befindet sich bei der Mehrzahl der Arten noch ein Kranz von Blättchen (das sogenannte Involucrum oder der Hüllkelch), welche aber niemals von dem eigentlichen Kelche abgeteilt, sondern mit ihm an der Basis eng verwachsen sind. Über die morphologische Bedeutung dieses Involucrums gehen die Ansichten der Morphologen beträchtlich auseinander. Clos sieht es als Organ rein stipulären Charakters an und nennt es deshalb »Stipulium«. Payer sagt, dass es sich da um Vorblätter mit mehr oder weniger geteilten, lateralen Nebenblättern handle. Dieser Meinung pflichtet auch Schröter bei, während Eichler, De Candolle, St. Hilaire und noch viele andere Autoren die Ansicht vertreten, dass es in verschiedener Anzahl entwickelte Vorblätter (α, β, γ, δ . . .) seien.

Die Blättchen des Involucrums kommen in verschiedener Anzahl vor; selten wann aber in derselben Zahl, in welcher die eigentlichen Kelchblätter vorhanden sind, so z. B. bei einigen Arten der Gattung *Pavonia* (P. melanommata R. S., P. glechomoides Juss.) und bei der Gattung *Urena*. Bei den Gattungen *Malva*, *Malope*, *Lavatera* u. a. kommen sie in der Anzahl von drei, bei *Hibiscus*, *Althaea* u. a. in grosser und unbestimmter Anzahl vor. Selten wann und gänzlich fehlen sie bei den Gattungen *Abutilon*, *Sida*, *Anoda*.

Von allen angeführten Ansichten ist einzig und allein jene von Clos die richtige. Das Involucrum der Malvaceen ist aus Stipularblättern zusammengesetzt, welche wie die Stipulae den Kelchblättern angehören auf dieselbe Weise, wie bei der Gattung *Potentilla*.

Die Gründe sind nachstehende:

1. Vorblätter können es nicht sein, weil sie an der Basis des Kelchs sitzen und weil weit unterhalb dieser Insertion das Glied sich befindet. Wenn Vorblätter überhaupt zur Entwicklung gelangt wären, so müssten sie unterhalb des Glieds stehen, was tatsächlich manchmal bei der Gattung *Abutilon* vorkommt. Hier sind keine Involucralblätter vorhanden, aber am Ende des Stiels unter dem Gliede sind manchmal kleine Schüppchen (α, β) bemerkbar.

2. Wenn die Involukralblättchen Vorblätter wären, so würden gewiss manchmal einige davon weiter unter den Kelch herabsteigen, wie es fast durchweg geschieht, namentlich dann, wenn sie in grösserer Anzahl auftreten. Das erfolgt aber niemals, sie hängen mit dem Kelche als seine Bestandteile eng zusammen.

3. In den angeführten Fällen bei den Gattungen *Pavonia* und *Urena* kommen tatsächlich fünf involukrale, mit den Kelchblättern alternierende Blätter vor. Das ist sicherlich der ursprüngliche Stand des Involucrums der Malvaceen.

4. Bei der Gattung *Napaea* geschieht es, dass 2—5 kleine Involukralblätter zum Vorschein gelangen, welche auf den glockenförmigen Kelch hinaufgeschoben sind und sich direkt in den Winkel zwischen die Kelchzipfel stellen — also derart, wie sie ursprünglich stehen sollten.

5. Bei Arten mit grossen Nebenblättern bemerken wir an den blütentragenden Zweigen, dass die Nebenblätter der letzten Blätter in Gestalt und Konsistenz den Involukralblättchen ähnlich sind.

6. Arten, welche keine Nebenblätter an den Blättern haben, besitzen auch kein Involucrum und wenn die Nebenblätter unbedeutend sind, so sind auch die Involukralblätter unbedeutend.

7. Die Nebenblätter decken in der Jugend von aussen den Blattstiel, deshalb deckt auch das Involucrum den Innenkelch.

8. Wenn die Involukralblätter Vorblätter wären, so müssten sie wenigstens manchmal, beim Vorhandensein einer grösseren Anzahl derselben ungleich gross sein, was jedoch niemals der Fall ist.

9. Wenn die Involukralblätter Vorblätter wären, so müsste in deren Achsel wenigstens manchmal eine Knospe oder ein Zweig zum Vorschein kommen, was jedoch niemals geschieht.*)

10. Wo mehr als fünf Involukralblätter vorhanden sind (Hibiscus, Pavonia, Althaea), trat bei einigen der ursprünglichen fünf eine Teilung ein. Das sieht man gut an den Übergängen, wo die unterhalb der Winkel stehenden Blättchen sich tatsächlich entzweiteilen. Dort, wo im Gegensatze hiezu weniger als fünf Blättchen vorkommen, verwuchsen einige der fünf ursprünglichen. Beide diese Fälle können wir in gleicher Gestaltung an dem Kelchinvolucrum der Gattungen *Potentilla* und *Fragaria* beobachten. Und ebenso kommt diese Teilung an den Blattstipeln der Malvaceen vor.

Wir glauben daher, dass der Nebenblattcharakter des Involucrums der Malvaceen durch die angeführten Umstände über allen Zweifel nachgewiesen ist. Der wertvollste Beweisgrund ist allerdings die Gliederung der Blüte unterhalb des Involucrums. Wir ersehen zugleich daraus, welch ein wichtiges Kriterium für die Beurteilung der Blütenmorphologie die Gliederung der Blüten und die Entwicklung des Pericladiums ist. Die Existenz des Pericladiums in den Gattungen und Familien ist in systematischer und morphologischer Beziehung von ganz gleichem Werte wie der ober- oder unterständige Fruchtknoten.

---

*) Die Angabe Eichlers bezüglich der Gattung *Malachra* ist falsch!

7. Emergenzen und Blüteneffigurationen, Nektarien, Parakorollen.

Ebenso wie an den vegetativen Organen der Pflanze (den Blättern, Kaulomen) verschiedene Trichome, Emergenzen und manchmal auch besondere Organe (S. 710) wachsen, können auch an den Blütenteilen derartige Emergenzen und Organe erscheinen, welche dann — je nach ihrer Funktion — eine mannigfaltige Gestalt annehmen. Diese Emergenzen und Effigurationen finden wir in der Blüte an den verschiedensten Stellen, bald auf dem Blütenboden (der Blütenachse), bald auf dem Perigon oder auch auf den Staubblättern und dem Receptaculum. Die ihnen zugeteilten Funktionen sind ungleich; manchmal verrichten sie den Dienst von Nektarien, welche süsse Sekrete ausscheiden, manchmal wieder von dekorativen und schön gefärbten Organen auf die Art wie farbige Corollen, in noch anderen Fällen verhindern sie Insekten das Eindringen in das Innere der Blüte, oder wirken sie im Gegenteil bei der Bestäubung mit, manchmal endlich schützen sie die Blüte gegen äussere Einflüsse. In vielen Fällen lässt sich allerdings ihre biologische Bedeutung nicht mit Sicherheit ermitteln.

Am häufigsten entspriessen dem Blütenboden verschiedenartig ausgestaltete Drüsen, welche Honigsaft absondern und demnach den Dienst von Nektarien versehen. Diese Drüsen kommen an verschiedenen Stellen vor, bald zwischen den Staubblättern, bald hinter oder vor denselben. Ihre Gestalt ist gleichermassen mannigfaltig; öfters treten sie als kleine Zähnchen auf, aber manchmal nehmen sie auch ganz sonderbare Formen an, wie wir uns davon bei den Drüsen der Cruciferen überzeugen können. Manchmal erlangen diese drüsigen Effigurationen bedeutende Dimensionen, wodurch sie sehr zur Plastik der Blüte beitragen. So sind z. B. das tafelförmige Gebilde der Gattung *Reseda* oder die röhrenförmigen Gebilde der Gattungen *Cristatella* und *Cadaba* (Capparid.) ansehnliche Organe in der Blüte, obzwar sie doch nur die Bedeutung blosser Emergenzen haben. Viele Autoren sind durch diese stark hervortretende Entwicklung der erwähnten Organe dazu verleitet worden, dieselben als die Achse selbst anzusehen, was allerdings unrichtig ist. Die Sache verhält sich etwa so, als ob jemand behaupten würde, dass die Stacheln der Rose selbst ein Spross seien, weil sie ein Erzeugnis des Sprosses sind.

Statt der abgesonderten Honigdrüsen entwickelt sich häufig aus dem Blütenboden ein drüsiger Discus und zwar entweder vor den Staubblättern an der Basis des Fruchtknotens, oder hinter dem Staubblattkreise (Sapindaceae, Aceraceae, Celastraceae, Tiliaceae, Bixaceae, Sauvagesiaceae, Capparidaceae u. s. w.). Ein hübsches Beispiel bietet uns die in der Fig. 608 dargestellte *Hippocratea cymosa* DC. (Afr.), wo der Discus hinter den

drei Staubblättern zu einem zusammenhängenden Becher auswächst, der auch den Kelch überragt.

Wenn der Fruchtknoten unterständig ist, so ist gewöhnlich der drüsige Discus an dem Fruchtknoten, rings um die Basis des Griffels entwickelt. Ein Beispiel hiefür bietet uns *Cornus mas* (Fig. 598). Auch das kegelförmige Stylopodium der Umbelliferen ist eigentlich ein drüsiger Discus. Wenn der Fruchtknoten von einem Receptaculum umgeben ist, so ist entweder die ganze Innenwand des Receptaculums drüsig verdickt, oder es entwickelt sich nur in der Mündung ein drüsiger Wall (Alchemilla, Sanguisorba). Manchmal transformiert sich dieser Wall in dem Receptaculum mannigfaltig, so z. B. bei der Gattung *Colletia*, wo er einen zusammengerollten Ring darstellt.

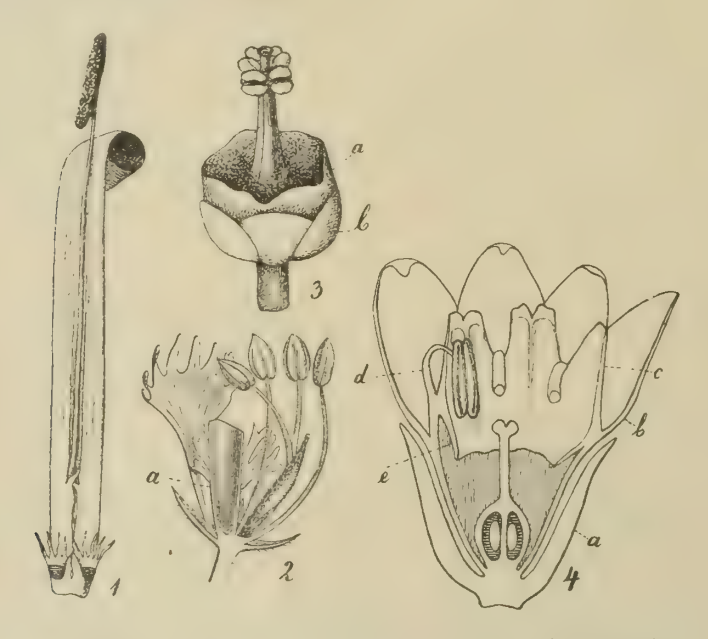


Fig. 608. Nektarien und Blüteneffigurationen. 1) **Bilbergia thyrsoides**; 2) **Cristatella erosa** (nach Maout), *a*) drüsige Röhre; 3) **Hippocratea cymosa**, *a*) Discus, *b*) Kelch; 4) **Leea sambucina**, *a*) Kelch, *b*) Corolle, *c*) Effiguration aus der Corolle, *d*) Stamina, *e*) nach unten verbreiterte Effiguration. (Original.)

Die Nektarien können aber auch an anderen Blütenteilen zur Entwicklung gelangen. So erscheinen sie manchmal als drüsige Schüsselchen an den Petalen (Fritillaria) oder auch als gewimperte Grübchen (Swertia, Pleurogyne), in noch anderen Fällen sind es Furchen an dem Fruchtknoten oder an der Basis der Staubfäden. Auch die Staminodien oder ganze Petala verrichten den Dienst von Nektarien (Helleborus, Nigella, Xanthorhiza, Fig. 15, Taf. IX). Einen eigentümlichen Fall dieser Art stellt

uns *Bilbergia thyrsoides* (Bromel. — Fig. 608) vor. Hier verwächst die Basis des Staubfadens mit der Basis des langen Petalums derart, dass ein Becher entsteht, welcher als Nektarium dient. Der Becher ist oben von gefransten Schüppchen gekrönt. Das Staubblatt ist in einem besonderen Kanal in dem durch zwei Zähnchen eingeschlossenen Petalum eingebettet.

Die Receptacula sind manchmal durch den ausgeschiedenen Nektar bis zum Rande gefüllt, so dass nur das Ende des Fruchtknotens, resp. des Griffels aus der Flüssigkeit herausragt (Thesium, Cinnamomum). Bei den *Asclepiadaceen* pflegen die besonderen Anhängsel des Konnektivs zu Nektarien umgewandelt zu sein. Bei *Schubertia grandiflora* ist die Mündung der grossen Krone durch diese Anhängsel vollständig geschlossen und die Absonderung von Nektar ist in denselben so gross, dass er die ganze Krone bis zur Mündung anfüllt. Anderwärts in den Blüten wird der abgesonderte Nektar in Spornen und anderen Behältern angesammelt. *Musa Sumatrana*, welche in unseren Glashäusern alljährlich zur Blüte gelangt, ist in dieser Beziehung besonders belehrend. Ihre Unterlippe ist sackförmig, häutig und wie Glas durchsichtig, so dass wir in derselben den angesammelten Nektar wie in einem Gefässe durchscheinen sehen (Taf. VII, Fig. 19). Bei der Gattung *Tilia* versehen den Dienst von Nektarien die kahnförmig ausgehöhlten Kelchblätter, welche zur Blütezeit bis zum Rande vom Nektar gefüllt sind.

Wenn wir die Nektarien behandeln, so müssen wir bei dieser Gelegenheit auch eine Erwähnung von den sogenannten extrafloralen Nektarien tun. Schon bei *Vicia sepium* haben wir gesagt (S. 412), dass die Stipulae drüsig umgewandelt sind und dass die Ameisen das aus denselben abgesonderte Sekret aufsuchen. Diese sonderbaren Organe erscheinen auf den Pflanzen an den verschiedensten Stellen und in mannigfaltiger Form. In der Familie *Malpighiaceae* kommen sie an der Aussenseite der Kelchblätter als knopfförmige, klebrigen Stoff absondernde Drüsen zum Vorschein. Zuweilen verwandeln sich diese Drüsen in grosse tentakelartige Gebilde (Fig. 609). Gleichfalls in der Familie *Bixaceae* sind derartige Drüsen an den Kelchen wahrzunehmen. In manchen Gattungen der *Euphorbiaceen*, so z. B. bei den Gattungen *Sapium*, *Stillingia*, *Sebastiania* finden wir in der Infloresccnz seitwärts der Brakteen grosse, schüsselförmige Drüsen, als Umbildungen der Nebenblätter. In der Familie *Convolvulaceae* kommen eigentümliche Sekretionsdrüsen an den Blattstielen in der Nähe der Blattspreite (Ipomea, Pharbitis) oder auch an der Blattspreite selbst vor. Bei einigen erscheinen sie am Kelche (Quamoclit). Hieher könnte man auch die grossen Drüsen an den Blättern der Leguminosen (S. 715) einreihen. Die biologische Bedeutung dieser Drüsen ist nicht klar, manche sagen, dass sie die Aufmerksamkeit der Insekten von den Blüten, welche

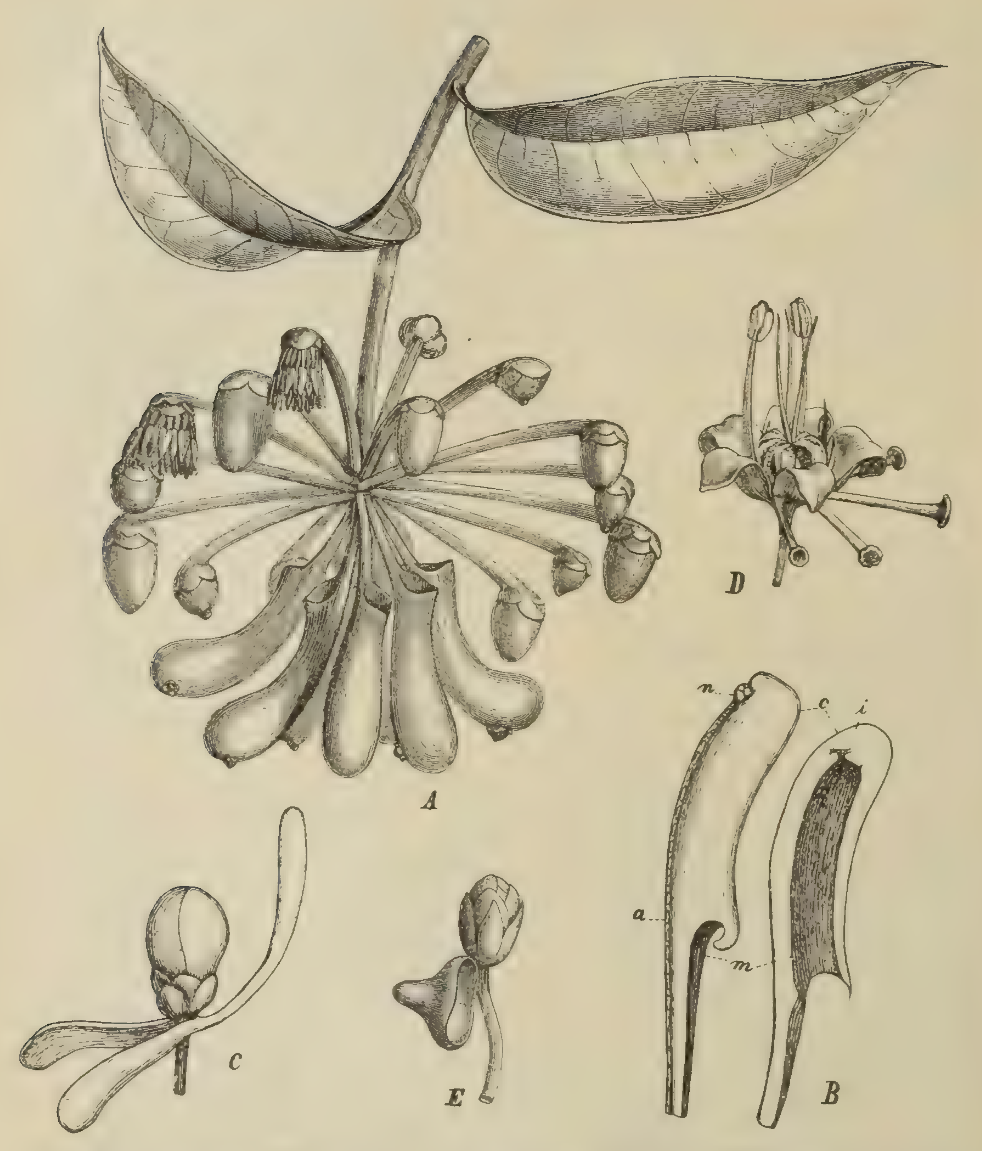


Fig. 609. Extraflorale Nektarien. *A*) **Marcgravia umbellata** L., *B)* **M. flagellaris** Poep., *a*) Blütenstiel, welchem die Braktee (*c*) anwächst und welcher mit der verkümmerten Blüte (*n*) endigt, *m*) drüsige Höhlung, *i*) drüsiges Kanälchen; *C)* **Ruyischia corallina** mit pfeilförmiger Braktee; *D)* **Dinemandra glauca** Baill.; *E)* **Souroubea pilophora** Wittm. mit hutförmiger Braktee. *A*) Nach Szyszylowicz, *B)* Original, *C*, *D)* nach Baillon, *E)* nach Wittmack.

sie beschädigen könnten, ablenken sollen. Ich glaube indessen, dass es in vielen Fällen nur blosse Sekretionsorgane sind, welche zur Abführung der nutzlosen Stoffe aus dem Pflanzenkörper dienlich sind. Der Besuch derselben seitens der Insekten ist nur zufällig und nebensächlich.

Die merkwürdigsten extrafloralen Nektarien haben in ihrer Inflorescenz die Gattungen der *Marcgraviaceen* (Fig. 609) ausgebildet. Die Inflorescenz besteht hier aus einer reichblütigen, zusammengezogenen Traube. Die starken, langen Blütenstiele sind durch mehr oder weniger hoch auf die Stiele verschobene oder mit diesen verwachsene Hochblätter gestützt. Dieselben sind aber sonderbarerweise umgebildet, indem sie die Form von Kugeln, Flügeln oder Bechern annehmen und durchweg feurig rot gefärbt sind. So sind bei der Gattung *Marcgravia* nur die oberen

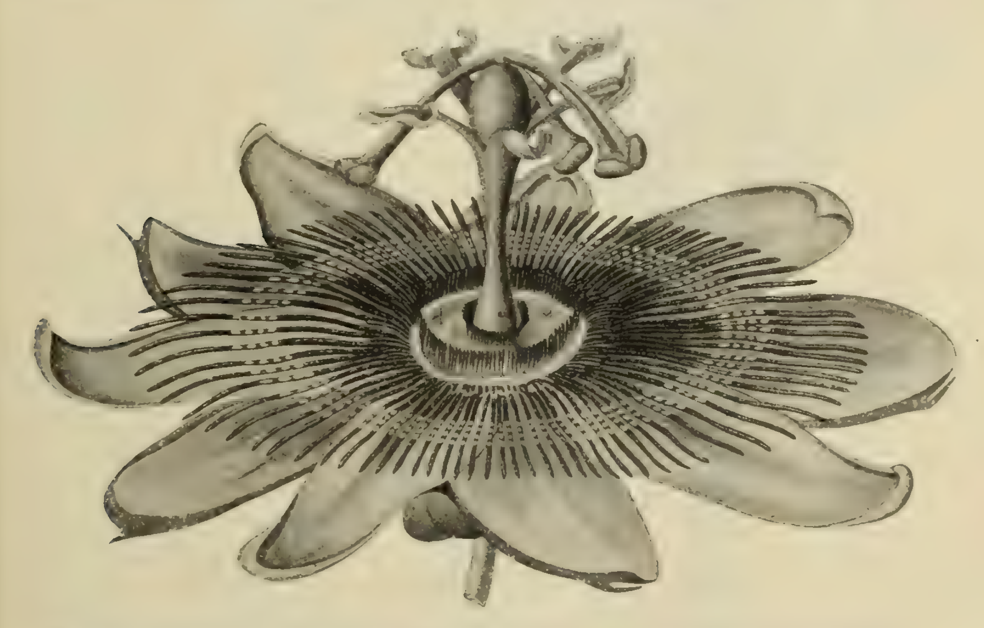


Fig. 610. **Passiflora coerulea,** Blüte in natürlicher Grösse. (Nach Dodel-Port.)

(recte unteren) Blüten vollkommen entwickelt und fruchtbar. Die unteren sind verkümmert und mit dem ganzen Stiele dem purpurroten, becherförmigen Gebilde angewachsen, welches in der Höhlung am Ende mit zwei Kanälchen versehen ist, die aus dem Gewebe einen süssen, zuletzt die ganze Kanne füllenden Saft abführen. Die Kannen sind mit der Mündung nach oben gewendet, weil die Inflorescenz nach unten hängt. Durch die feuerrote Farbe der beschriebenen Organe werden die Kolibris angelockt, welche den Nektar in den Kannen aussaugen, wobei sie die Bestäubung der Blüten bewerkstelligen. Bei anderen Gattungen verrichten diese Funktion Fliegen und Bienen (siehe die Arbeit von Wittmack in Verhandlungen des botan. Ver. der Provinz Brandenburg, 1880). Die kannenförmigen Nektarien der Gattung *Marcgravia* erinnern durch ihre Organisation lebhaft an die insektenfressenden Kannen der Gattung *Nepenthes* und *Sarracenia*.

Die grössten Dimensionen erlangen die Blütenemergenzen in der Familie der *Passifloraceen.* In der Gattung *Passiflora* bilden sie am Umfange des Receptaculums einen Kranz von überaus zahlreichen, lebhaft gefärbten Wimpern. Unterhalb derselben aber ragen aus den Wänden des Receptaculums in einigen Etagen scharfe Leisten (Fig. 610, 611) hervor. Es versteht sich von selbst, dass dieses sonderbare Gebilde (corona) wieder zu verschiedenen Auslegungen Anlass gegeben hat. So wurde die Vermutung ausgesprochen, dass die Wimpern der *Passiflora* eigentlich Staminodien seien, was aber undenkbar ist, denn sie verändern den Blütenplan nicht im geringsten und bei den verwandten *Turneraceen* fehlen sie überhaupt und dennoch bleibt der Blütenplan derselbe. Ebenso weisen die verwandten *Malesherbiaceen* eine sehr ähnlich eingerichtete Blüte auf und da bemerken wir nun an derselben Stelle am Umfange des Receptaculums eine kleine, häutige Manschette als wirkliche Emergenz. Auch als Nebenblattgebilde auf die Art wie die Coronen der Gattung *Narcissus* wurden sie angesehen (Eichler), was ebenso unrichtig ist, denn wie wir gleich hören werden, ist die Corona der Amaryllideen stipulären Ursprungs. Bei der Gattung *Adenia* u. a. reduziert sich die Corona auf eine blosse einfache Leiste oder unbedeutende Höker, wodurch ihre Bedeutung am besten verraten wird. Sie verhält sich ähnlich, wie die drüsigen Effigurationen an dem Receptaculum vieler Rosaceen. Wenn sie dieselbe Bedeutung haben sollte, wie die Stipulae, so müssten wir irgendwo eine Andeutung derselben bemerken, was aber nirgends — weder im normalen noch im abnormalen Zustande — vorkommt. Und wenn es Staminodien sein sollten, so müssten wir manchmal an den Wimpern Spuren der Staubbeutel finden.

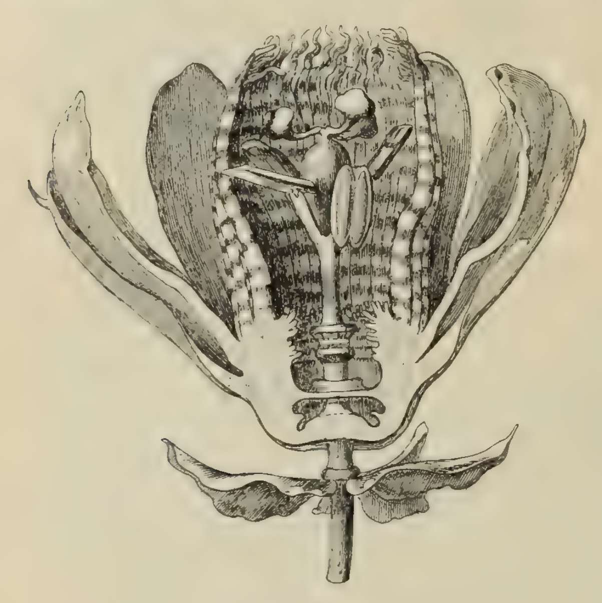


Fig. 611. **Passiflora alata,** Blüte im Längsschnitt. (Mart. Fl. Br.)

Die koronischen Effigurationen der Gattung *Passiflora* erreichten in der Blüte deshalb eine so grosse Entwicklung und Bedeutung, weil sie die Funktion einer farbigen Krone übernommen haben, welche hier aus

farblosen, eher einem blossen Kelche ähnlichen Blättchen besteht. Hieraus können wir aber zugleich die Lehre schöpfen, wie vorsichtig man bei der Beurteilung der morphologischen Bedeutung der Organe sein muss, denn selbst die untergeordnetsten Bestandteile der Pflanzen können die Rolle grosser, wichtiger und komplizierter Gebilde spielen.

Ein anderes Beispiel sonderbarer Effigurationen haben wir an der Gattung *Leea* aus der Familie der *Vitaceen* (Fig. 608). Hier finden wir in der Mündung der fünfzipfligen Krone ein in dieselbe eingefügtes, manschettenartiges Gebilde (*c*), welches in fünf, am Ende ausgeschnittene und mit der Krone alternierende Zipfel geteilt ist. Diese Manschette verlängert sich aber auch nach unten in Gestalt eines Kragens (*e*), welcher den Griffel umgibt und den Zutritt zum Fruchtknoten verhindert. Die Staubfäden sind mit der Manschette verwachsen, aber die Krone ist bis zur Basis frei. Dieses merkwürdige Gebilde ist gewiss identisch mit den trichterförmigen Auswüchsen unterhalb des Fruchtknotens bei anderen Vitaceen (Ampelopsis cordata), welche nur ein umgestalteter, drüsiger, hypogyner Discus sind, der in dieser Familie eine allgemeine Erscheinung ist. Die Zipfel (*c*) könnte man leicht als episepale Staminodien ansehen.

In der Mündung an der Basis der vier Perigonzipfel und zwar abwechselnd mit diesen befinden sich bei vielen Gattungen der *Thymelaeaceen* grosse farbige Blättchen, welche von den Autoren wiederum verschiedenartig erklärt werden (Fig. 612). So haben in neuester Zeit Gilg und Meisner in Engl. Fam. ebenso wie Eichler diese Blättchen als wahre Blumenblätter gedeutet. Das ist aber eine durchaus falsche und zu unrichtigen Schlüssen führende Ansicht, denn wenn sie richtig sein sollte, so würden dann folgegerecht die *Thymelaeaceen* aus der Verwandtschaft der Familie der *Proteaceen* und *Elaeagnaceen*, mit denen sie durch alle ihre sonstigen Merkmale verwandtschaftlich verbunden sind, ausgeschieden sein. Alle drei genannten Familien bilden zugleich mit den *Santalaceen* und *Loranthaceen* eine natürliche Gruppe. Die erwähnten Autoren stellen aber die Familie der *Thymelaeaceen* in die Nähe der *Oenotheraceen* oder *Myrtaceen*.

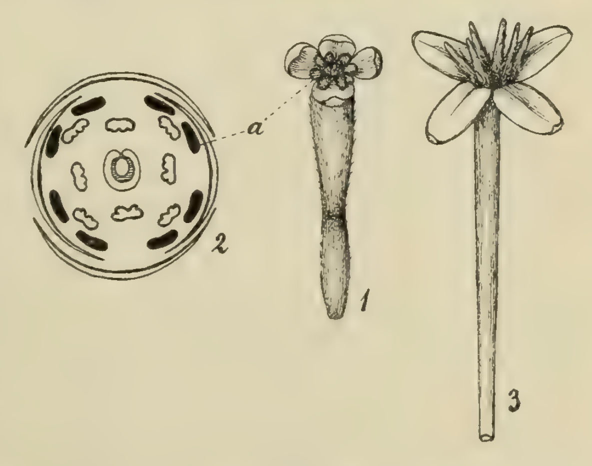


Fig. 612. **Paracorollinische Auswüchse im Perigon von 1, 2) Gnidia polystachya und 3) Struthiola striata.** (Original.)

Dass jene Auswüchse in der Mündung der Perigonröhre blosse Effigurationen des Perigons darstellen, geht aus nachstehenden Momenten hervor:

1. Sie haben keine Ähnlichkeit mit den Kronblättern, denn sie sind steif, gewöhnlich klein und zeigen Neigung zum Abort. An der abgebildeten *Struthiola striata* z. B. haben sie die Gestalt von acht runden, harten Hörnern oder Kegeln, welche an der Basis mit langen Haaren bewachsen sind.

2. Sie zeigen Neigung zur Teilung, indem sie gewöhnlich zwei-, manchmal aber auch drei- oder gar mehrfach geteilt sind. Oder sie wachsen im Gegenteile zu einem ganzen drüsigen Kragen zusammen. Ein solches Verhalten zeigen in der Regel Blumenkronen nicht.

3. An der Basis der Perigonröhre pflegen auch ähnliche drüsige Schuppen vorzukommen, welche sogar auch hoch hinaufsteigen und so einen Übergang zu den vermeintlichen Kronblättchen (Cryptadenia, Lachnaea) machen. Dass sie beide homolog sind, geht daraus hervor, dass dort, wo die einen entwickelt sind, die anderen nicht vorkommen.

4. Sie ändern das Diagramm nicht ab, was den stärksten Beweis bildet. Bei *Struthiola erecta*, *S. striata* (Eichl. Bltndiagr.) stehen sie hinter den vier Staubblättern (in einem Kreise), bei der Gattung *Gnidia* stehen sie hinter den Staubblättern des ersten Kreises, was an dem Hervortreten in der Perigonröhre gut zu sehen ist (Fig. 612). (Eichler hat bei Gnidia aurea II, 491, Fig. 209 ein falsch gezeichnetes Diagramm, denn der erste Kreis alterniert mit dem Perigon auf Grund des Gesetzes über die Homoeocyklie.)

Nach den vorangehenden Auslegungen gelangen wir nun zu besonderen Gebilden an der Blumenkrone, welche bei den Autoren mit den Namen: Stipularanhängsel, Ligulen, Corona oder Paracorolla bezeichnet werden. Es sind dies mannigfaltig gestaltete Blättchen, Schüppchen, Hörnchen, welche entweder untereinander frei stehen oder zu einer zusammenhängenden Manschette verwachsen und gewöhnlich an der Basis der Petalen eingefügt sind, von fast durchweg geringerer Grösse als die Petala selbst. Über die morphologische Bedeutung dieser Gebilde wurden bisher die verworrensten Ansichten ausgesprochen. Aber der grösste Teil der Autoren kümmert sich nicht um dieselben und fertigt sie nur mit einer der oben angeführten Bezeichnungen ab. Es wäre wünschenswert, dass dieses Thema monographisch bearbeitet würde, denn es bietet eine Fülle interessanten, zum Nachdenken und zur Vergleichung anreizenden Stoffs.

Ich selbst habe mich mit diesem Stoffe in einigen Familien eingehend befasst und bin zu dem Resultate gelangt, dass die genannten Gebilde einen sehr verschiedenen morphologischen Wert

haben, obzwar sie ein ähnliches Äusseres offenbaren. Wir wollen in den nachfolgenden Zeilen eine Reihe von Beispielen anführen.

In der Familie der *Caryophyllaceen* finden wir bei vielen Gattungen (Lychnis, Silene, Viscaria, Melandryum u. a.) an der Basis der Petala zwei flache Anhängsel (Fig. 613), welche häufig mit ihren Rändern gleich Leisten an einem langen Nagel herablaufen. Man bezeichnet sie gewöhnlich als Ligulae oder Stipulae.*) Dort, wo sie besonders gross und kronblattartig ausgebildet sind, können wir sofort das Faktum konstatieren, dass sie infolge ihrer Färbung dem Kronblatt selbst ähnlich werden und dass sie eine Vorder- und Rückseite, wie das doppelspreitige Blatt zeigen (S. 410), d. h. die Vorderseite ist der Vorderseite des Petalums zugewendet

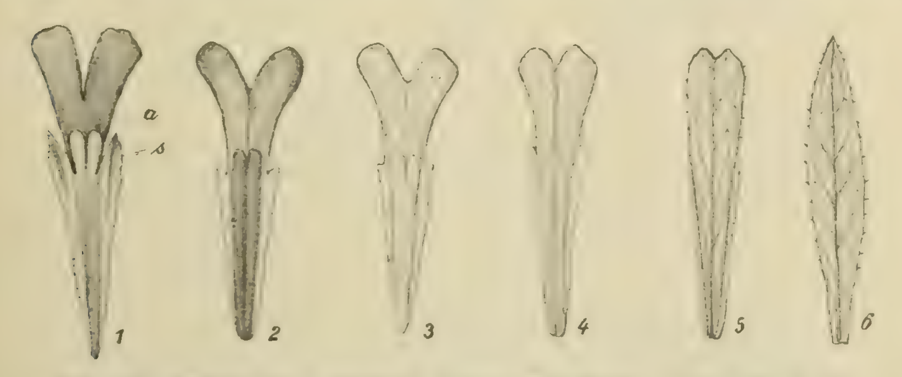


Fig. 613. **Melandryum silvestre** Roehl. Allmähliche Umwandlung des Petalums in ein grünes Blatt; *s*) Stipulae, *a*) Ligularanhängsel. (Original.)

und die Rückseite nach aussen. Schon aus diesem Umstande allein kann geschlossen werden, dass es sich da um eine blosse Duplikatur des Petalums oder eine flache Emergenz aus dem Petalum selbst handelt. Diese Bedeutung wird auch durch vergrünte Blüten bestätigt, welche in dieser Verwandtschaft gerade keine Seltenheit sind. An dem abgebildeten *Melandryum* (Fig. 613) sehen wir in normalem Zustande (1) zwei Ligularanhängsel, aber neben ihnen an beiden Seiten zwei häutige Öhrchen, welche an dem Nagel herablaufen. Diese Öhrchen machen den Eindruck von Stipularanhängseln, was sie auch wirklich sind, wie wir gleich sehen werden. Auf den ersten Stufen der Vergrünung beginnt sich der Einschnitt des Petalums zu verkleinern, bis er bei völliger Vergrünung (5) verschwindet und das Petalum sich in ein flaches, einfaches, grünes Blatt (6) verwandelt. Die rote Farbe verschwindet allmählich und verwandelt sich in eine bräunliche bis grünliche. Die Ligularanhängsel verkürzen sich, bis

*) Masters (Gardn. Chronic. 1856) betrachtet sie als zwei reduzierte, an die Petala angewachsene Staubblätter, was allerdings undenkbar ist

sie sich im Stadium (3) als zwei grüne Hökerchen zeigen, von denen zwei grüne Streifen am Nagel herablaufen. Endlich verschwinden sie ganz (4, 5). Länger dauern die lateralen Stipularanhängsel in der Gestalt eines häutigen Saums. Aus diesem Entwicklungsprozess ersehen wir, dass die Ligularanhängsel nur als Emergenzen eine untergeordnete Bedeutung haben und ferner, dass die beiden seitlichen Öhrchen eigentliche Stipulae sind, welche mit den inneren Emergenzen keinen Zusammenhang haben.

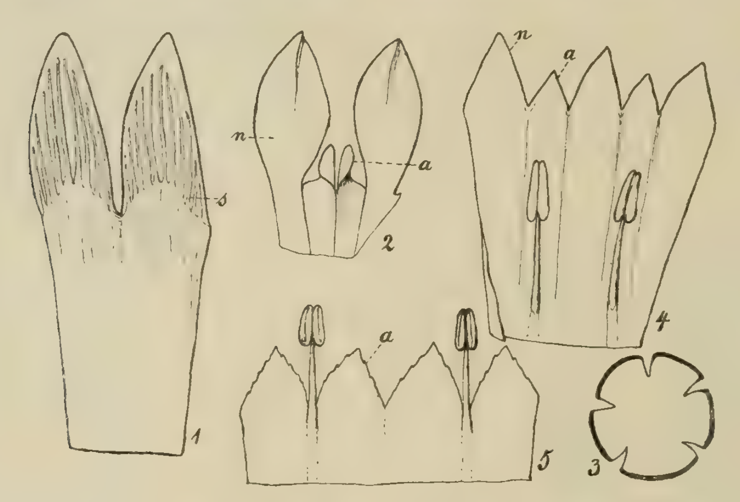


Fig. 614. 1) **Gentiana amarella** mit fransigen Ligulen (*s*) hinter den Kronzipfeln, 2) **Gentiana verna** mit Stipularanhängseln (*a*) zwischen den Kronzipfeln, 3) hiezu ein Durchschnitt durch die Corollenröhre, 4) **Gentiana robusta,** *a*) Stipulae, *n*) Kronzipfel, 5) **Pancratium maritimum,** *a*) Staminalstipeln. (Original.)

Eine ähnliche Bedeutung muss den hornartigen Auswüchsen an der Basis der Petala der Gattung *Frankenia* beigemessen werden. Hier ist es eigentlich ein vierseitiger Nagel, welcher sich unterhalb des Petalums zu einer Ligularemergenz verlängert.

In der Gattung *Gentiana* finden wir in der ganzen Sektion *Endotricha* an der Basis der Kronzipfel reihenweise lange Wimpern, welche mehr oder weniger unten in ein Häutchen zusammenfliessen. Diese Gebilde sind gewiss nur blosse Trichome, denn sie kommen auch an den Staubblättern mancher Arten und am Rande der Kronzipfel (G. ciliata) vor. Auch die Haare an den Petalen der Gattung *Menyanthes* haben dieselbe Bedeutung. Aber bei anderen Arten der Gattung *Gentiana* finden wir zwischen den Kronzipfeln gleich gefärbte Anhängsel, welche den Eindruck von Stipulae machen. *G. verna* z. B. (Fig. 614) hat die Kronröhre der Länge nach tief gefurcht; in die Furche sind die dünnen Röhrenwände hineingefaltet, welche dann oben zwischen den Kronzipfeln zu zwei blauen, infolge dessen in radiärer Position befindlichen Anhängseln herauswachsen.

Eichler nennt diese Gebilde »Kommissuralbildungen«, aber welchem morphologischen Begriffe diese Bezeichnung entsprechen sollte, ist mir nicht klar. Ich vermute, dass es sich da um wahre, den Petalen angehörige Stipulae handle, denn sie unterscheiden sich in gar nichts von solchen. Bei der Species *Gentiana robusta* King (Hook. Icon. 1439) verfliessen beide Stipulae zu einem ganzen Zipfel, welcher dann etwas kleiner ist als der Zipfel des Petalums, mit welchem er alterniert und welchem er ganz ähnlich ist. Bei dieser Species kann von einer Kommissuralentstehung keine Rede sein.

Auch in den benachbarten Familien der *Apocynaceen* und *Asclepiadaceen* finden wir in der Mündung der röhrenförmigen Krone entweder hinter den Zipfeln der Krone, oder alternierend mit denselben 1—2 Stipulargebilde (Nerium, Strophanthus — Fig. 1, Taf. VI), welche wahrscheinlich einen stipulären Wert haben.

Ähnlich verhalten sich die Sachen in der Familie der *Stylidiaceen* (Stylidium, Forstera).

Gegenstand vieler Diskussionen in der Literatur war auch schon die Paracorolle mancher *Amaryllidaceen* aus der Verwandtschaft der Gattung *Narcissus*. In der Mündung des röhrenförmigen Perigons der Gattung *Narcissus* befindet sich, wie bekannt, ein kronblattartig gefärbter Ring, welcher bei einigen Arten (N. Pseudonarcissus) zu einer stark entwickelten Röhre aufwächst. Bei dieser Gattung ist die Paracorolle am Rande ganz und tief unterhalb derselben sind in die Kronröhre die Staubblätter eingefügt. Dieser Zustand hat viele Botaniker auf einen Irrweg geführt, so dass z. B. Masters in der Paracorolle einen umgewandelten Staubblattkreis, Baillon wiederum ein Achsengebilde gesehen hat, obzwar der letztgenannte Botaniker anderen verwandten Gattungen eine stipuläre Bedeutung beimisst. Döll, Smith, Eichler und Pax stimmen in der richtigen Ansicht überein, dass hier ein stipuläres Gebilde vorliegt. Eichler allerdings vermutet, dass dieses Gebilde als Stipulae dem Perigon angehöre, während Pax es den Staubblättern zuzählt. Wenn wir alle Gattungen der Narcisseen zusammenreihen und dieselben einer Vergleichung unterziehen, so gelangen wir zu der Erkenntnis, dass Pax' Erklärung die einzig und allein richtige ist, denn bei vielen Gattungen (Eucharis, Pancratium, Calostemma) finden wir tatsächlich an beiden Seiten der Staubfäden nebenblattartige Zipfel, wie dies auch anderwärts eine bei Staubblättern verbreitete Erscheinung ist (Fig. 614). Diese Zipfel verfliessen schliesslich, wie bei der vorher beschriebenen Gentiana, bis eine ganze Röhre entsteht und dass sie die eigentlichen Staubblätter hoch überragen, ist nichts neues. Übrigens sehen wir an den gefüllten Gartenformen von *Narcissus Pseudonarcissus*, dass hinter den sechs Perigonblättern stets fünf freie Paracorollarblättchen und dahinter wieder sechs alternierende Perigonblätter stehen. Aus diesem Umstande geht hervor, dass die Paracorollarblättchen den Staubblättern mit zwei Stipeln entsprechen. Čelakovský

hat diesen Gegenstand eingehend beschrieben und richtig dargestellt, obzwar schon Gay im Jahre 1860 dasselbe publiziert hat, nur mit dem Unterschiede, dass er die Paracorollarblättchen als selbständige Perigonalblätter ansah.

Aus der Familie der *Liliaceen* gehört hieher die Gattung *Tulbaghia*, welche ein, zu einer langen, hypogynen Röhre zusammengewachsenes Perigon besitzt, das sechs lineale, rot gefärbte Perigonzipfel aufweist, von denen die drei inneren drei grosse, der Basis angewachsene Ligulen tragen. In die Röhre sind sechs Staubblätter eingefügt. Welcher Natur diese Paracorolle ist, darüber kann ich zur Zeit kein Urteil abgeben, da ich nicht Gelegenheit hatte, alle hieher gehörigen Arten (aus Südafrika) zu untersuchen. Ebensowenig weiss ich, was die Schüppchen an der Perigonbasis der Gattung *Gilliesia* bedeuten sollten.

Überaus interessante Ligulargebilde finden wir an den Petalen vieler Gattungen der *Sapindaceen* (Serjania, Cardiospermum, Allophyllus, Porocystis, Talisia, Thinouia, Toulicia, Paullinia, Cupania). Die abweichendste und am meisten zusammengesetzte Gestalt weisen sie in der Gattung *Serjania* (Fig. 615) auf. Die Blüte ist hier zygomorph, pentamer, wobei einige Staubblätter abortieren und auch das, in der Mediane stehende Petalum dem Abortus verfällt. An dem kurzen Nagel wachsen an der Basis kappenförmige, oben einfache oder in zwei Lappen geteilte Gebilde an, welche unten und innen gewimpert sind. Die Aussenseite der Kappe gehört der Licht- (Vorder-), die Innenseite der Schatten- (Rück-)seite an. In derselben Weise sind auch (nach Radlkofer) die durch die Kappe laufenden Gefässbündel orientiert. In dieser Gestaltung würde wohl niemand erraten, was für eine Bedeutung die erwähnten Gebilde haben. Nektarien sind es wohl nicht, denn der drüsige Discus ist hinter dem Staminalkreise entwickelt und dass es sich nicht um Staminodien handeln könne, geht aus der Zusammensetzung des Diagramms hervor. Eine Erklärung gibt uns die Serie ähnlicher Gebilde aus der nächsten Verwandtschaft in der Abbildung 615. Bei *Toulicia tomentosa* sehen wir, dass die Ränder der gewöhnlichen Petalen sich nach innen einzubiegen beginnen; geradeso verhält sich die Sache bei *Sapindus Saponaria.* Bei *Talisia pedicellaris* ist diese Einbiegung grösser, bei *Cupania scrobiculata* noch bedeutender, so dass hier schon ein becherförmiges Gebilde entsteht, welches oben von zwei Zipfeln abgeschlossen erscheint. Etwas ähnliches sehen wir bei *Allophyllus edulis.* Wenn beide Zipfel der ganzen Länge der inneren Ränder nach verwachsen, so entsteht ein trichterförmiges Gebilde, wie bei *Allophyllus strictus.* Stellen wir uns nun vor, dass in der Mediane die beiden verwachsenen Ränder dem Petalum anwachsen und dass beide Zipfel sich verlängern und hinabbeugen (*Allophyllus robustus*), dass sie sich ferner an den äusseren Rändern durch einen Einschnitt von dem Petalum abteilen — so erhalten wir die oben beschriebene Form der Gattung *Serjania.*

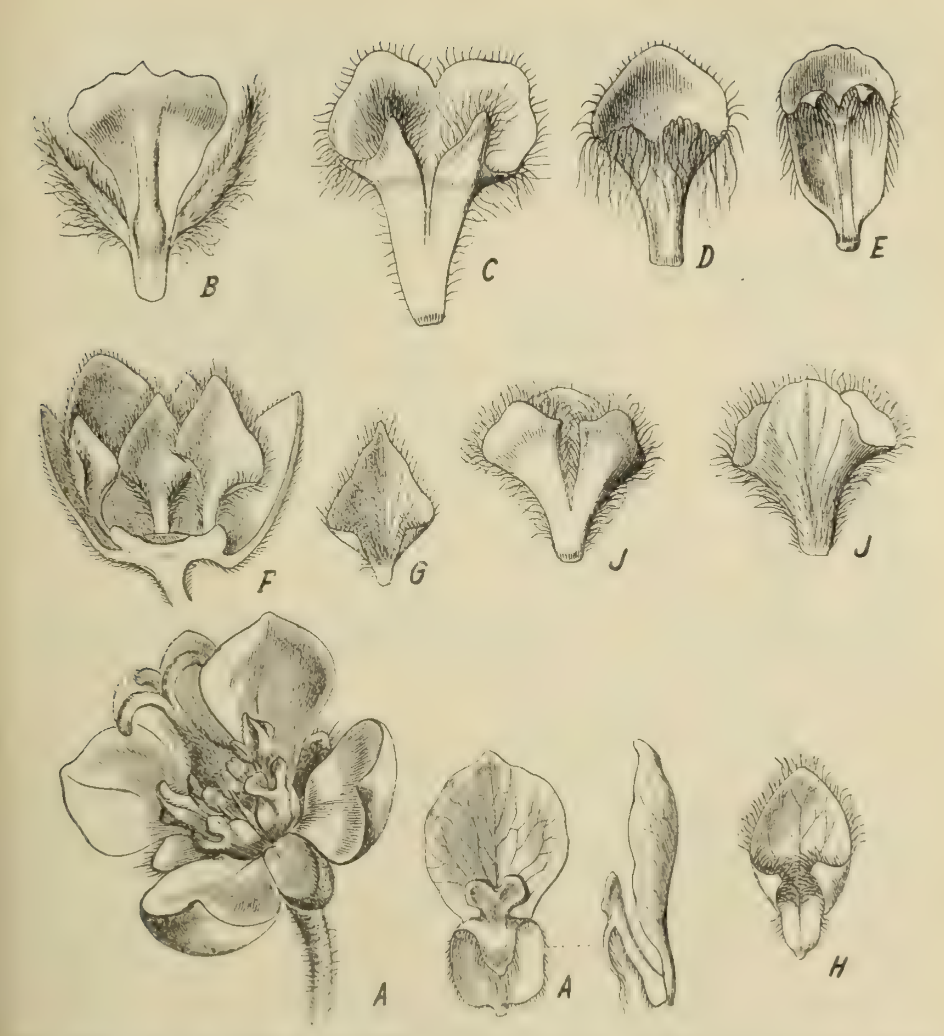


Fig. 615. Liguargebilde in der Blüte der Sapindaceen. *A*) Serjania comata, *B)* Thinouia ventricosa, *C)* Allophyllus edulis, *D)* Allophyllus strictus, *E)* Allophyllus robustus, *F)* Toulicia tomentosa, *G)* Sapindus Saponaria, *H)* Talisia pedicellaris, *I*) Cupania scrobiculata. (Mart. Fl. Br. XIII.)

Und wenn wir uns nun weiter die beiden eingebogenen Ränder innen unverwachsen, aber durch einen Einschnitt vom Petalum abgeteilt denken, so haben wir die Form von *Thinouia ventricosa*, wo an den Seiten zwei freie, behaarte Zipfel sich befinden.

Wir sehen also, dass die Ligulargebilde der *Sapindaceen* in ihrer Wesenheit verschiedene Modifikationen der genähten Phyllome darstellen (S. 411).*)

---

*) Radlkofer (Engl. Fam. III 5) beschreibt zwar diese Gebilde, erwähnt aber nicht mit einem Worte, was für eine Bedeutung sie haben

Geradeso wie die *Sapindaceen* hat auch die benachbarte Gattung *Erythroxylon* (Fig. 616) ihre Petala ausgebildet. Auch hier sehen wir deutlich, wie sich oberhalb des Nagels die unteren Ränder des Petalums erheben, indem sie eine zweizipflige Ligula bilden.

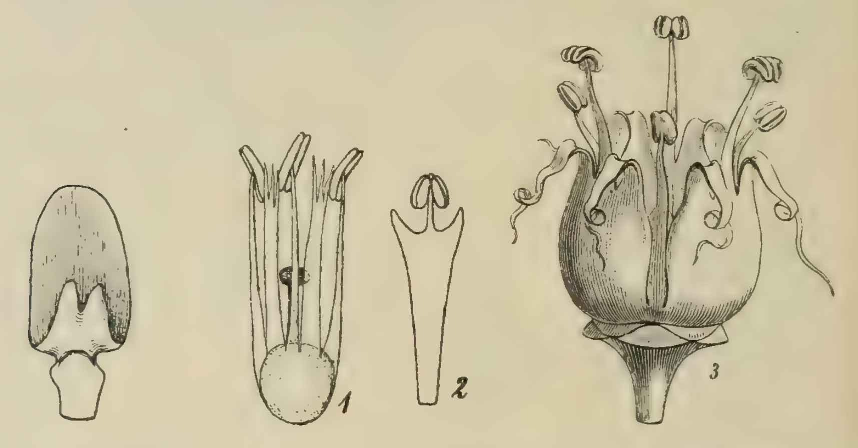


Fig. 616. Ligularanhängsel am Petalum von **Erythroxylon Coca**. (Original.)

Fig. 617. Stipularanhängsel an den Staubfäden von 1) **Telanthera philoxeroides**, 2) **Deutzia glabra**, 3) **Allium Porrum**. (1, 2 Original, 3 nach Baillon.)

Dass sich an den Seiten der Staubfäden Stipularanhängsel — geradeso, wie an den Blattstielen — bilden können, wissen wir aus unzähligen Beispielen. Schon an den Staubblättern der *Deutzia glabra* (Fig. 617) sehen wir, dass zwei Zähnchen aus dem flachen Staubfaden herauswachsen. Viele Arten der Gattung *Allium* (Fig. 617) tragen an den Staubfäden beiderseits lange, fadenförmige Anhängsel. Auch an den Staubfäden vieler Gattungen der Familie der *Chenopodiaceen* und *Amarantaceen* sind häutige, lange Stipulae (Fig. 617) entwickelt. Je zwei davon wachsen aber gewöhnlich zusammen, was zur Folge hat, dass immer zwischen je zwei Staubblättern ein häutiges Schüppchen steht. Diese Schüppchen und Fäden verwachsen manchmal an der Basis zu einem Röhrchen, ja bei *Gomphrena celosioides* verwachsen sie der ganzen Länge nach, indem sie eine lange Röhre bilden. Siehe hierüber die spezielle Arbeit von Lapriore.

In der Familie der *Meliaceen* gibt es viele Gattungen, deren Staubblätter mit den Staubfäden zu einer langen Röhre verwachsen, um deren Ränder ringsum die Antheren sitzen. Zwischen den Antheren (Fig. 12, Taf. IX) wachsen aber bandförmige, herabgebeugte und tief entzweigespaltene Anhängsel heraus, wodurch ein ganzer Kranz unterhalb der Antheren entsteht. Dass es Stipulae sind, geht daraus hervor, dass sie gespalten sind und nichts an dem Blütendiagramm ändern (was die Staminodien gewiss tun würden).

Schliesslich gelangen, ebenso wie an den Petalen, auch an den Staubfäden verschiedenartige Anhängsel und Auswüchse in der Gestalt von Schüppchen, Zähnchen, Hörnchen etc. zum Vorschein, welche manchmal als Ligularanhängsel bezeichnet werden. Wir bezweifeln aber, dass sie den Ligulen der Blätter homolog sind. Unserer Meinung nach sind es blosse Effigurationen derselben Art, wie sie an den Petalen oder an dem Konnektiv vorkommen. Beispiele dafür gibt es genug (Alyssum u. s. w.). Insbesondere bei den Gattungen *Cuscuta**) und *Simaba* (Fig. 618) nehmen sie Ligulargestalt an. In dem ersteren Falle sind es zarte, durchscheinende, am Rande kammförmige, dem Staubfaden angewachsene und an demselben frei herablaufende Schüppchen. Es ist ihnen die Funktion zugewiesen, den Zutritt zum Nektarium — einem flachen Wall an der Basis des Fruchtknotens — zu verdecken. Deshalb neigen sie sich über den Fruchtknoten zusammen. Bei *Cuscuta europaea* sind keine derartigen Schüppchen entwickelt, weil der Fruchtknoten bedeutend grösser, bis zur Mündung der Krone reichend ist, so dass er selbst durch seine Wände den Zutritt zum Nektarium verhindert. Bei der Gattung *Simaba* (ebenso auch bei der Gattung Quassia, Simaruba u. a.) finden wir an der Innenseite der Staubfäden steife, gewimperte Schüppchen — wahrscheinlich von derselben Bedeutung, wie in dem vorigen Falle (Fig. 618).

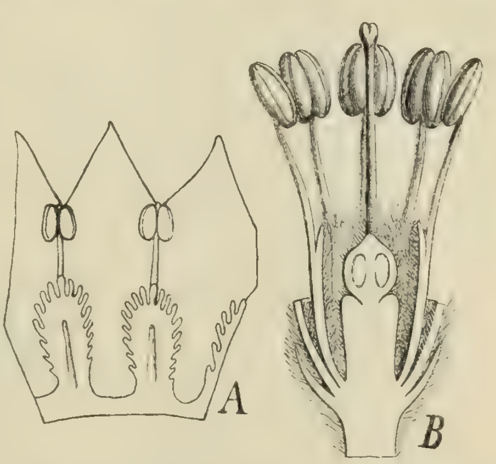


Fig. 618. Ligularanhängsel an den Staubfäden von *A*) **Cuscuta Epithymum** (Original), *B*) **Simaba suffruticosa** Engl. (nach Engler).

8. Der Blütendimorphismus.

Eine und dieselbe Pflanzenart kann entweder an einem Individuum, oder auch an verschiedenen Individuen oder endlich an verschiedenen Standorten unterschiedliche Blüten hervorbringen. An einigen ist die Krone gross, an anderen klein, ja wohl auch anders gefärbt, an manchen haben auch die Kronen eine andere Form als an den übrigen, ja selbst an den Staubblättern und Fruchtknoten sehen wir Unterschiede. Die Ursachen dieser Verschiedenheit der Blüten (des Blütendimorphismus oder

*) Eichler l. c. I 193 zeichnet diese Schüppchen unrichtig hinter den Staubfäden.

auch Polymorphismus) sind mehrfache. Häufig jedoch ist uns die Ursache dieser Erscheinung unbekannt, aber wir können gewahren, dass dieser oder jener biologische Umstand mit dem Dimorphismus zusammenhängt.

Manchmal ruft schon die Stellung der Blüte in der Inflorescenz eine anderseitige Plastik der Blüte hervor. So sind in dem Köpfchen der Compositen die Randblüten zungen- und die Innenblüten regelmässig röhrenförmig. Ähnliches kommt in den Inflorescenzen vieler Umbelliferen, Cruciferen etc. vor. Die Entstehung dieser Strahlenblüten muss, wie schon einmal (Seite 927, 903) bemerkt worden ist, teils in dem ungleichmässigen Drucke in der ersten Jugend, teils in der inneren Zeugungsenergie, welche sich bemühte, aus der Inflorescenz die Analogie einer einfachen Blüte hervorzubringen, gesucht werden.

Sehr oft hängt mit dem Blütendimorphismus die Verteilung der Geschlechter unter die verschiedenen Blüten zusammen (siehe Bonnier, Bull. de la Soc. Bot. de la Fr. 1884). So pflegen die männlichen Blüten anders entwickelt zu sein als die weiblichen oder die zwitterigen. Im allgemeinen macht sich die Regel geltend, dass die männlichen Blüten grössere und lebhafter gefärbte Kronen haben, als die weiblichen. Beispiele hiefür gibt es in verschiedenen Familien genug. So hat *Valeriana dioica* an den weiblichen Blüten unscheinbare Corollen, an den männlichen dagegen grosse, lebhafter gefärbte. Ein interessantes Beispiel bietet uns in dieser Beziehung die überall verbreitete Pflanze *Erodium cicutarium*, welche, namentlich im Frühjahr grosse, zygomorphe Blüten entwickelt, die Nektar absondern, proterandrisch und auf die Befruchtung durch Insekten angewiesen sind. Im Sommer erscheinen aber an dieser Pflanze zumeist aktinomorphe, nektarlose, autogame Blüten. Ausser diesen beiden genannten Formen entwickeln sich aber auch noch kleine, rein weibliche Blüten. Bei der Gattung *Begonia* sind ebenfalls die männlichen und weiblichen Blüten abweichend gestaltet; die weiblichen sind sogar zygomorph, dagegen die männlichen regelmässig, was man dahin erläutern kann, dass die weiblichen Blüten eine laterale, die männlichen aber eine terminale Stellung einnehmen (Taf. IX, Fig. 7, 8).

Die bemerkenswertesten Beispiele des Blütendimorphismus finden wir aber in der Familie der *Orchidaceen.* Bei einigen Arten der Gattung *Oncidium* (O. ornithocephalum Lndl.) entwickeln sich in der reichen, rispigen Inflorescenz nur einige vollkommene Blüten mit beiderlei Geschlechtsorganen, während die Mehrzahl steril bleibt und ein unbedeutendes, ganz anders gestaltetes Perigon aufweist. Die bekannte, prachtvolle *Renanthera Lowii* trägt in dem oberen Teile der Blütentraube Blüten mit einem gelben, gefleckten Perigon, in dem unteren Teile aber braune Blüten mit einem ganz anders geformten Perigon, obzwar beide Blütenformen geschlechtlich gleich ausgebildet sind.

Bewunderungswürdige Blüten bringt ferner die Gattung *Catasetum* hervor, je nachdem, ob sie zwitterig, männlich oder weiblich sind. Die Verschiedenheit dieser Blüten ist eine so grosse, dass lange Zeit hindurch dieselbe Species unter drei verschiedenen Gattungen (Catasetum, Myanthus, Monachanthus) beschrieben wurde, bis endlich, teils infolge von Kultivierung, teils durch Entdeckung abweichender Blüten in einer und derselben Infloreseenz (Fig. 619) ihre Zugehörigkeit zu derselben Species konstatiert wurde.



Fig. 619. **Catasetum cristatum**, Blütenstand mit dimorphen Blüten. (Hooker Icon.)

Aber auch in unseren Ländern können wir die Neigung der Orchideen zu plötzlichen Wandlungen verfolgen. Besonders beachtenswert ist in dieser Beziehung *Platanthera viridis* (Coeloglossum), welche in manchen Gegenden bloss in der spornlosen Form vorkommt, obzwar sich die Blüte sonst von der gespornten nicht unterscheidet. Dieselbe Beobachtung hat an *Platanthera bifolia* auch Heinricher (Öst. B. Z. 1894) gemacht. Bei der erstgenannten Art kann die ungespornte Form nicht als eine zufällige Abnormität angesehen werden, weil sie für ganze Landstriche charakteristisch ist und dieses Merkmal erblich bleibt.

Es gibt schliesslich Blüten, welche sich zufällig anders entwickeln, als gewöhnlich, obzwar sie in jeder übrigen Beziehung normal und vollkommen gesund sind, so dass man sie in diesem Zustande nicht als Abnormitäten ansehen kann. So kommen gespornte Blüten bei den Gattungen *Rhinanthus* und *Digitalis* vor, so haben manchmal in der Gartenkultur

manche Individuen von *Aquilegia vulgaris* statt gespornter Perigone ungespornte.

Alle hier angeführten Beispiele von Blütendimorphismus, namentlich aber die zuletzt erwähnten bei den Gattungen *Catasetum*, *Platanthera*, *Rhinanthus*, *Digitalis* und *Aquilegia*, haben eine wichtige Bedeutung für die Evolutionslehre. In allen diesen Fällen sehen wir, dass das Erscheinen oder Verschwinden irgend eines Blütenteils plötzlich, ohne alle Übergänge erfolgt, obzwar wir nach dem Prinzipe der allmählichen Entwicklung einen Übergang erwarten müssten. Ja, bei *Catasetum* kommen so abweichende Blütenformen vor, dass überhaupt keine gegenseitigen Beziehungen, geschweige denn Übergänge zwischen diesen Formen vorliegen. Daraus ist zu ersehen, dass auch hier jene verschiedenartigen Blüten plötzlich, ohne Entwicklung der einen aus den anderen entstanden sind. Wenn aber hier so eigentümliche Organe plötzlich an der Pflanze zum Vorschein gelangen können, so lässt sich mit Recht vermuten, dass auch anderwärts in der Pflanzenwelt zusammengesetzte und neue Organe plötzlich erscheinen können. Und so gelangen wir zu dem Evolutionsprinzip, welches den Namen Mutation führt (siehe das letzte Kapitel).

Zugleich mit der Konstatierung der Mutation geht aus den erwähnten Fakten ein anderes Prinzip hervor, demzufolge die Erzeugung neuer Organe nicht immer infolge äusserer Einflüsse erfolgen muss, sondern auch bloss durch die innere Energie bewirkt werden kann, in welcher sich die inneren, psychischen Zustände der Pflanzen verkörpern (Vitalismus). Das Wesen dieser inneren, plasmatischen Energie können wir nicht erfassen, aber ihre Produkte erblicken wir vor uns. Durch den Blütendimorphismus lässt sich auch die ungewöhnliche Bastardbildung in der Familie der Orchidaceen zwischen anscheinend nicht verwandten Gattungen erklären. Wir kennen hier künstliche und natürliche Hybriden zwischen Gattungen, die im System nicht einmal nebeneinander gestellt werden. Es scheint aber, dass sie de facto wirklich verwandte, aber durch Mutation weit differenzierte Typen sind.

9. Grösse, Öffnung und Dauer der Blüten.

Die Dimensionen der Blüten sind sehr mannigfaltig, die kleinsten sind kaum 1 *mm* gross, die grössten erreichen bis 1 Meter. Manchmal finden wir auch in der nahen Verwandtschaft winzige neben riesigen Blüten; so sind die Blüten der an den Sträuchern parasitierenden Arten der Gattung *Pilostyles* von der Grösse eines Stecknadelknopfs, während die nahe verwandte *Rafflesia Arnoldi* in den Urwäldern Sumatras an den Baumwurzeln Blüten entwickelt, welche im Durchmesser die Grösse 1 Meters erreichen. Die männlichen Blüten von *Vallisneria spiralis*, welche sich von

dem untergetauchten Blütenstande abreissen und an der Oberfläche des Wassers schwimmen, sind kaum 2 *mm* gross, während die weiblichen viel grösser sind. Die Inflorescenzen der Gattungen *Piper*, *Ficus*, *Dorstenia*, *Lemna* und vieler *Araceen* enthalten Blüten, welche nur 1 *mm* oder etwas weniger darüber gross sind. Beispiele grosser Blüten finden wir in verschiedener Verwandtschaft. Die Blüten vieler exotischer, zu den Schlingpflanzen gehörenden Arten der Gattung *Aristolochia* (A. grandiflora, gigantea, ringens) werden bis 1 Meter gross. Riesengrosse Blüten haben ebenfalls viele Nymphaeaceae (*Victoria regia*), die Cucurbitaceen (*Cucurbita Pepo*), die Solanaceen (*Datura*), die Gattungen *Tulipa*, *Lilium*, *Hibiscus*, *Cereus*, *Echinocactus*, *Magnolia*, *Bombax*, *Adansonia*, *Baikiaea insignis* (Legum.) u. s. w. Die Grösse der Blüten ist in stetem Verhältnisse zur Anzahl der Blüten in der Infloresccnz, wie schon oben auseinandergesetzt worden ist. Grosse Inflorescenzen mit zahlreichen Blüten enthalten immer kleine Blüten (Palmae, Compositae, Pandanus, Gramineae, Cyperaceae). Einzelne Blüten dagegen, welche aus den Seitenzweigen hervorkommen oder eine Terminalstellung an den Stengeln und Zweigen einnehmen oder endlich aus den Rhizomen entspriessen, pflegen grössere Dimensionen zu besitzen.

Eine eigentümliche Erscheinung kann man an den Blüten des *Streptocarpus Wendlandii* beobachten. Wie wir schon oben auf S. 334 dargelegt haben, wachsen blattlose Schäfte mit zahlreichen Blüten aus der Basis des vergrösserten Keimblatts und zwar einige, reihenweise hintereinander. Die Entwicklung der Blüten dauert bis 6 Monate. Dann sind aber die ersten Blüten immer um die Hälfte kleiner als die letzten. Was die Ursache dieser Erscheinung sein mag, ist mir nicht klar, denn alle Blüten enthalten sämtliche Bestandteile in gleichmässiger Entwicklung.

Die Krone und die Staubblätter sind in der Regel dann, wenn die Blüte sich öffnet, schon vollkommen entwickelt, so dass z. B. die Krone bei Öffnung der Blüte bereits ihre definitive Grösse erlangt hat. Eine besondere Abweichung habe ich an den Blüten von *Oncidium varricosum* (Orchid.) beobachtet. Das Perigon wuchs nach der vollständigen Entfaltung noch 3 Wochen, bis es die doppelte Grösse erlangte. Es ist kein Zweifel, dass in der tropischen Flora noch andere Modifikationen zu finden sein werden.

Die Dauer der Blüte ist verschiedentlich lang. Die Mehrzahl der Blüten behält ihre volle Frische mehrere Tage lang. Die Länge dieser Dauer hängt aber hauptsächlich von zwei Umständen ab: 1. von der Bestäubung und 2. von dem Wetter. Sobald der Pollen auf der Narbe zur Keimung gelangt, fängt die Blüte sofort an zu welken oder sich zu schliessen. Sehr interessant ist diese Erscheinung bei den in unseren Glashäusern kultivierten exotischen Orchideen. Die Blüten mancher Arten dauern in vollständiger Frische auch einige Monate aus. Sobald wir aber die Pollinodien künstlich auf die Narbe einer Blüte übertragen, so schliesst sie sich und verwelkt sie binnen einigen Stunden. Das geschieht offenbar auch in der Natur;

die Blüten warten beharrlich so lange, bis sie den Besuch eines Insekts erhalten, welches die Pollinodien auf die Narbe überträgt.

Manche Blüten dauern nur eine Nacht oder einen Tag über. Wir wissen, dass die kultivierte *Pharbitis hispida* ihre Blüten abends öffnet und dass dieselben schon in den Morgenstunden welken. Die grossen Blüten von *Cereus grandiflorus* u. *nyctigalus* blühen abends um 8 Uhr auf und morgens um 3 Uhr bereits auf immer verwelken (»Königin der Nacht«). *Erodium cicutarium* blüht morgens auf, schliesst sich und verwelkt nachmittags. Die Blüten von *Hibiscus Trionum* haben eine Dauer von bloss drei Stunden (vormittags); die Blüte von *Portulaca olejacea* dauert lediglich fünf, jene von *Cistus creticus* zwölf Stunden. *Nymphaea Amazonum* M. Z. blüht am frühen Morgen bloss 20—30 Minuten. Durchschnittlich dauern am längsten einzelne oder geringzählige Blüten an einer Pflanze. Blüten, die sich an der Pflanze lange Zeit hindurch täglich zahlreich entwickeln, dauern gewöhnlich nur einen Tag aus (ephemere Blüten). So *Tradescantia virginica*, *Helianthemum vulgare* u. a. Es gibt allerdings auch solche Blüten, welche sich mehrere Tage hindurch zu einer bestimmten Stunde schliessen und wieder öffnen, ehe sie ganz verwelken (Crocus).

Die Öffnung der Blüten erfolgt, je nach der Art, zu den verschiedensten Tag- und Nachtstunden, so dass der erfahrene Botaniker in der Natur nach den Blüten die Tageszeit zu bestimmen vermag. Abweichungen von dieser Regelmässigkeit bewirkt aber regnerisches oder kühles Wetter. Über die diesbezüglichen Details wolle sich der Leser näher in dem Werke Kerners orientieren.

Die Anlage der Blüten bei Sommer- und monokarpischen Pflanzen erfolgt in kurzer Zeit, was leicht begreiflich ist. Bei perennierenden Pflanzen und namentlich bei Bäumen finden wir verschiedene Modifikationen, welche dem Klima der Gegend entsprechen. In unseren Ländern, wo die Winter- von der Sommerperiode scharf abgegrenzt ist, legt die Mehrzahl der Bäume und Sträucher ihre Blüten bereits im Sommer an, so dass sie im Herbst schon vollständig entwickelt und in Schutzhüllen (Schuppen etc.) auf den Winter versorgt sind, um im Frühjahre zur Entfaltung zu gelangen. Manchmal geschieht es, dass sich die männlichen Blüten im Herbste entwickeln und die weiblichen erst im Frühling (Corylus, Betula). In wärmeren Gegenden, wo Trocken- und Regenperioden abwechseln, kann man ein ähnliches Anlegen und Ausruhen der angelegten Blüten beobachten. All das sind Adaptationen von sekundärer Bedeutung.

Die Mehrzahl der Bäume und Sträucher blüht regelmässig alle Jahre und bringt auch alljährlich Früchte hervor. In unseren Ländern sowie in anderen gemässigten Klimaten blühen viele Bäume periodisch nur nach einer gewissen Reihe von Jahren. Diese Perioden werden mit der grössten Regelmässigkeit eingehalten, so dass z. B. die Fichte immer nur nach 3 Jahren blüht und fruktifiziert, die Buche nach 5 (Samenjahre!). Auch

unsere Obstbäume verhalten sich in ähnlicher Weise. Wenn ein Baum eine Menge von Früchten produziert hat, so schwächt er sich und muss er dann ein oder mehrere Jahre ausruhen. Auffallend aber ist es, dass in demselben Jahre alle Bäume der betreffenden Art in der ganzen Gegend blühen und fruktifizieren.

D. Das Eichen (Ovulum).

Die phylogenetische Bedeutung und Anlage des Eichens im Fruchtknoten ist bereits in dem vorangehenden Kapitel genügend erörtert worden. Es erübrigt uns bloss, noch etwas über die Zusammensetzung des Eichens der Angiospermen zu sagen, worauf wir dann sofort zu dem eigentlichen Befruchtungsprozess übergehen wollen.

Das Eichen (Ovulum) ist gewöhnlich kugelig oder eiförmig und zeigt auf dem Scheitel eine kleine Öffnung, welche an der Oberfläche zwei Hüllen, die sogenannten Integumente (Fig. 620) bilden. Diese Öffnung heisst Mikropyle. Das Zentrum des Eichens wird von dem massiven Nucellus gebildet, der in seinem Gewebe den sogenannten Embryosack enthält, in welchem nach der Befruchtung die Bildung des Embryos vor sich geht. Das Eichen hängt mittels des mehr oder weniger langen Nabelstrangs (Funiculus) mit der Placenta zusammen; seltener ist das Eichen der Placenta ansitzend (Ardisia). Der Nabelstrang wird von einem Gefässbündel durchzogen, welches unterhalb des Nucellus endet und so die sogenannte Chalaza (den Eichengrund) bildet.

Darnach, wie sich das Eichen an den Nabelstrang anfügt, werden drei Formen von Eichen unterschieden: 1. das orthotrope Eichen, dessen Einfügung sich direkt am Ende des Nabelstrangs befindet und wo der Nucellus gerade ist, was zur Folge hat, dass die Mikropyle am entgegengesetzten Ende des Eichens stehen muss; 2. das anatrope Eichen, dessen Nabelstrang an einer Seite anliegend und hier mit dem Eichen mehr oder weniger verwachsen ist, wodurch das Eichen umgekehrt wird und die Mikropyle in die Nähe des Nabelstrangs gerät. Der angewachsene Teil des Funiculus heisst Rhaphe; 3. das kampylotrope (kamptotrope, krummläufige) Eichen, dessen Nucellus in der Mitte gekrümmt ist und wo der Funiculus infolge dessen an der Seite des Eichens entspringt.

Zwischen diesen Haupttypen des Eichens gibt es aber mannigfaltige Übergänge, ja es geschieht sogar, dass die Eichen in einem und demselben Fruchtknoten eine verschiedene Gestalt haben (*Berberis* nach Eichler).

Es kommen einige Modifikationen der oben angeführten Normalien vor; diese Modifikationen sind aber weder besonders wichtig noch zahl-

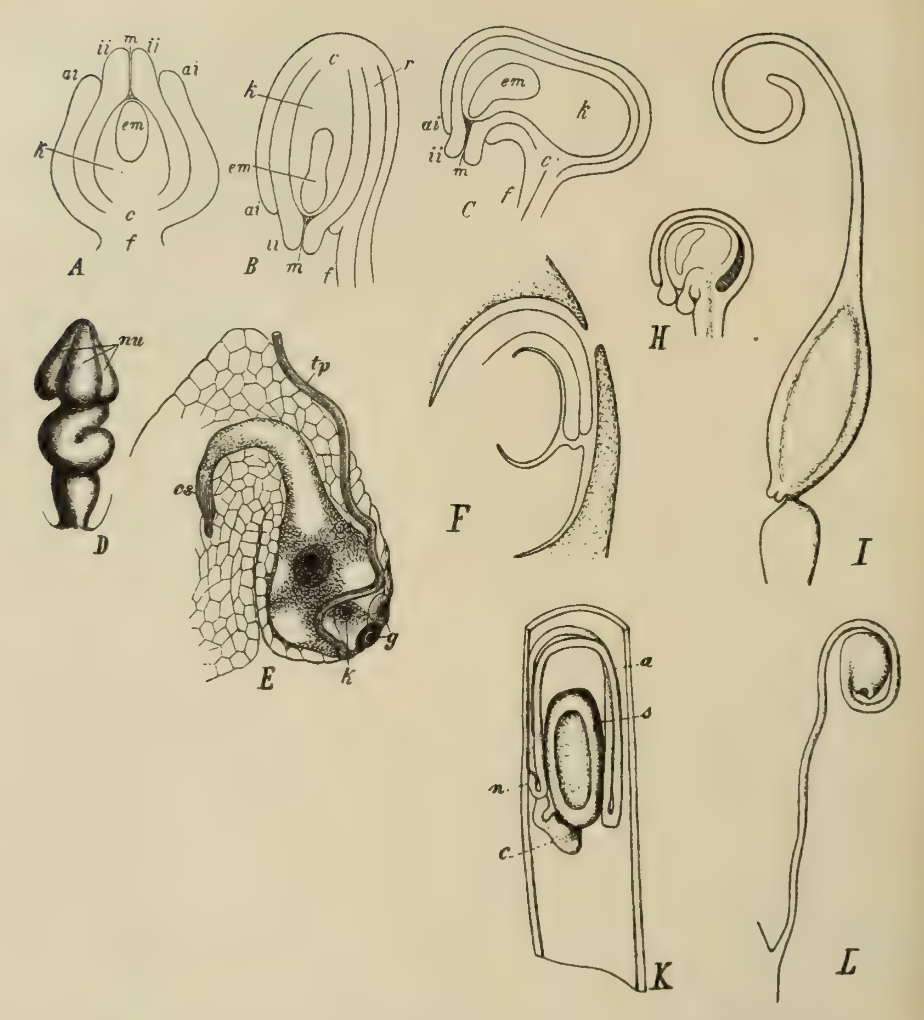


Fig. 620. Zur Morphologie des Eichens. *A—C*) Drei Haupttypen von Eichen: *A*) orthotropes, *B*) anatropes, *C*) kampylotropes, *f*) Funiculus, *c*) Chalaza, *ai*) äusseres, *ii*) inneres Integument, *m*) Mikropyle, *em*) Embryosack, *r*) Rhaphe, *k*) Nucellus (nach Prantl). *D*, *E*) **Thesium divaricatum**, *nu*) Nucellus, *tp*) Pollenschlauch, *g*) Gehilfinnen, *k*) Keimzelle (Eizelle), *cs*) Embryosack (nach Guignard). *F*) **Ardisia crenulata** (nach Pax). *H*) **Portulaca.** *I*) **Aechmea tilandsioides** (Mart. Fl. Br.). *K*) **Acacia macradena,** *n*) Anheftungsstelle des Funiculus, *a*) langer Funiculus, *s*) Eichen, *c*) Caruncula. *L*) **Phyllocactus phyllanthoides** (Original).

reich. So sind Beispiele von Eichen bekannt, welche einen blossen Nucellus ohne Integumente enthalten. Bei der Gattung *Thesium* entspringt aus der Basis der Fruchtknotenhöhlung ein dickes, gedrehtes Säulchen, welches an seinem Ende drei nackte Nucelli trägt (Fig. 620). Dieses Säulchen wird gedeutet als Placenta, aber eigentümlich dabei ist der Umstand, dass der starke Embryosack, welcher sich an der Basis verschmä-

lert, noch tief in das Gewebe dieser sonderbaren Placenta eindringt. Auch bei den Gattungen *Crinum*, *Voyria*, *Houstonia* und *Olaca* kommen nackte Eichen (ohne Integumente) vor.

In den Familien der *Loranthaceen* und *Balanophoraceen* verschwindet schliesslich auch der Nucellus, indem er mit den Karpellen zu einem Ganzen zusammenfliesst (siehe S. 1005).

Ein oder zwei Integumente pflegen zumeist das konstante Merkmal für ganze Gruppen von Familien zu sein. So haben die Monokotylen und Choripetalae (mit Ausnahme der Umbelliferen und vieler Ranunculaceen) zwei Integumente (dichlamydeische Eichen); die Sympetalen (mit Ausschluss der Cucurbitaceen) haben ein Integument (monochlamideische Eichen). Es geschieht aber auch, dass beide Integumente teilweise oder gänzlich verwachsen (bei der Gattung Ardisia z. B. nur auf einer Seite, Fig. 620). Čelakovský ist der Ansicht, dass die monochlamideischen Eichen überhaupt durch Verwachsung beider Integumente entstanden sind.

Manchmal ist das äussere Integument bedeutend kürzer als das innere, so, dass die Mikropyle bloss das innere Integument zusammenschliesst. Bei der Gattung *Portulaca* trennt sich das äussere Integument von dem inneren zum Teil los, so dass zwischen beiden ein leerer Raum entsteht (Fig. 620). Bei einigen Arten der Gattung *Aechmea* (Bromel.) wächst aus der Basis des Eichens ein langes, sichelförmiges Anhängsel (Fig. 620). Etwas ähnliches finden wir bei *Narthecium ossifragum* (Baill. Hist. d. plant. XII, 471), wo das Eichen in der Mitte eines langen und geraden Stäbchens, dessen eines Ende der Funiculus und das andere der Integumentenauswuchs bildet, befestigt ist.

Der Funiculus hat eine verschiedene Länge; eine sehr grosse Entwicklung erreicht er bei den Gattungen *Plumbago*, *Armeria*, *Alternanthera*, *Telanthera*, *Henonia*, in den Familien der *Cistaceen* und *Portulacaceen*. Auch einige *Cruciferen* (*Crambe* u. a.) haben einen sehr verlängerten Funiculus. In der Gattung *Lunaria* wächst der lange, fadenförmige Funiculus an die Scheidewand im Fruchtknoten an. Einen Funiculus von bedeutender Länge finden wir auch in der Familie der *Cactaceen*. Der abgebildete *Phyllocactus* (Fig. 620) besitzt einen Funiculus von fädlicher Gestalt und schlingt sich derselbe ein- oder zweimal um das Eichen herum. Während der Fruchtreife werden diese Fäden fleischig und bilden sie dann das Fleisch der beerenartigen Früchte dieser Pflanze. Auch viele *Leguminosen* tragen ihre Eichen in den Fruchtknoten an verschieden langen Funikeln. Als ein interessantes Beispiel führen wir hier die abgebildete *Acacia macradena* (Fig. 620) an, deren überaus langer Funiculus einem zweimal um das Eichen herumgeschlungenen Faden ähnelt. Dort, wo die Verbindung mit dem Eichen vorhanden ist, wächst ein kleiner Arillus heraus. *Stemona tuberosa* Lour. entwickelt ebenfalls ungewöhnlich lange Nabelstränge, an denen dann die Samen aus der aufgesprungenen

Kapsel wie an langen Fäden herunterhängen (siehe Engl. Fam. II, 4). Die Gattungen *Combretum, Quisqualis* und *Lumnitzera* (Combret.) weisen gleichfalls lange Nabelstränge auf, welche zu 2—5 der Länge nach verwachsen, wodurch ganze Bündel von Eichen und späterhin Samen entstehen (siehe Engl. Fam. III, 7).

Wie die Eichen sich in der ersten Jugend entwickeln, darüber wolle man sich aus der eingehenden Arbeit Warmings informieren. Meistenteils entwickelt sich unterhalb des Nucellus als erster Wall das innere Integument und erst nach ihm das äussere. Aber in dieser Beziehung gibt es auch Ausnahmen (*Euphorbia* u. a.).

Beachtenswert ist der Umstand, dass sich in manchen Fruchtknoten an den Karpellen Eichen erst dann ausbilden, wenn die Pollenkörner an der Narbe zur Keimung gelangt sind und dadurch eine gewisse Reizung in den Geweben des Fruchtknotens verursacht haben. Diese Beobachtung kann man an den weiblichen Blüten von *Corylus Avellana* und an den Blüten verschiedener *Orchideen* machen.

Der Vorgang bei der Befruchtung.

Die wesentlichen Geschlechtsorgane der Blüte sind die Staubgefässe und die im Fruchtknoten eingeschlossenen Eichen. Die Pollenkörner in den Pollenfächern haben die Bestimmung, die Kopulation mit der im Embryosack enthaltenen weiblichen Zelle zu vollziehen. Die genaue Kenntnis dieses Vorgangs ist im ganzen neueren Datums und beginnt etwa in der Hälfte des 19. Jahrhunderts. Die vollkommene Aufklärung über diese Frage fällt aber erst in die letzten fünfzehn Jahre (Nawaschin 1891). Dass es in der älteren Zeit nicht möglich war, in das Wesen der Befruchtung der phanerogamen Pflanzen einzudringen, ist erklärlich, denn diese zarten Lebensverrichtungen können nur mit vollkommenen mikroskopischen Instrumenten verfolgt werden.

Schon Plinius spricht von dem verschiedenen Geschlechte der Dattelpalme und bezeichnet den Blütenstaub als Befruchtungsmittel. Das ganze Mittelalter über hat sich aber niemand besonders um die Sexualität der Pflanzen bekümmert und die in dieser Beziehung ausgesprochenen Ansichten haben nur einen philosophischen und spekulativen Charakter.*) Ja, selbst Linné, der doch sein System der Pflanzen auf der Teilung der Sexualorgane in der Blüte aufgebaut hat, hatte keinen klaren Begriff über die Kopulation der Pflanzen und seine Ansichten über diesen Gegenstand

---

*) Siehe hierüber die detaillierten Nachrichten in Sachs' »Geschichte der Botanik«, München 1875.

sind oberflächlich.*) Der berühmte Anatom Malpighi verfolgte zwar die Entwicklung des Embryos im Embryosacke, aber von der Funktion des Blütenstaubs erwähnt er hiebei nichts. Erst R. J. Camerarius (1694) beweist, dass die Pollenkörner zur Entwicklung des Embryos notwendig sind und dass sie auf die Narbe fallen müssen. Im 18. Jahrhundert haben Sam Morland und Geoffroye den Einfluss des Blütenstaubs auf die Bildung des Embryos in Untersuchung gezogen. Beide stimmen in der Ansicht überein, dass der Embryo bereits in dem Pollenkorn enthalten ist und dass dieses durch die Höhlung des Griffels in das unbefruchtete Eichen gelangt, um hier zu einem vollkommenen Embryo auszureifen.

Zu Ende des 18. Jahrhunderts haben Needham und Gleichen die Ansicht vertreten, dass das Pollenkorn auf der Narbe zerspringt und dass die Kerne durch den Griffel zum Eichen vordringen, um sich dort in Embryonen umzuwandeln oder um bei der Befruchtung behilflich zu sein. Dieser Ansicht opponierend, behauptete Koelreuter (1761), dass die Befruchtung auf chemischer Grundlage beruhe. Diesem Autor zufolge schwitzt das Pollenkorn an der Oberfläche einen chemischen Stoff aus, welcher sich dann mit dem weiblichen Stoff verbindet. Aus diesen so vereinigten Substanzen krystallisiere sich dann gewissermassen der Embryo (das Keimkörperchen) heraus. Auch Sprengel schloss sich dieser Ansicht an. Im Jahre 1823 fand Amici bei der Gattung *Portulaca* den aus dem Pollenkorn hervorkommenden Pollensack und seiner Beobachtung entging auch die im Innern desselben befindliche, strömende Substanz (die sogenannte »Fovilla«) nicht. Brongniart (1826) untersuchte eine grosse, von Pollenkörnern bedeckte Menge von Narben, um die Bedeutung der Fovilla zu ergründen, wobei er zu der Erkenntnis gelangte, dass die Bildung der Pollensäcke bei den Angiospermen allgemein ist. Und tatsächlich sah er auch schon, dass der Pollenschlauch sich durch das Griffelgewebe hindurchdrängt, bis er zu der Mikropyle gelangt, wo er sich mit einem erbreiterten Zäpfchen an den Nucellus anlegt. Im Jahre 1830 zeigt Amici in einem besonderen Schreiben Mirbel gleichfalls an, dass die Pollenschläuche durch den Griffel zur Mikropyle gelangen, wobei er die Ansicht ausspricht, dass sie auf diesem Wege durch die Säfte des benachbarten Gewebes ernährt werden. Gleicherweise hat R. Brown (1831) erkannt, dass die Pollinarienzellen der Orchideen und Asclepiadeen Pollenschläuche zur Mikropyle hin austreiben. Die Ansichten Amicis hat im Jahre 1837 auch Schleiden bestätigt, welcher sich in dem Sinne aussprach, dass der Pollenschlauch zum Eichen vordringt, sich am Ende verdickt, indem er sich zugleich in dem Eichen ringsherum eine Höhlung ausgräbt und dass schliesslich dieses verdickte Ende sich im

*) Siehe hierüber Čelakovský. Abhandlung in der Zeitschrift »Osvěta«, Jahrgang 1885, ferner dessen Abhandlung über Zalužanský in derselben Zeitschrift, Jahrgang 1876.

Gewebe teilt und den 1—2samenlappigen Embryo bildet. Es ist hieraus zu ersehen, dass die Mehrzahl der älteren Autoren hauptsächlich Rücksicht auf die Pollenschläuche nahm und dieselben gewissermassen als das weibliche Organ ansah.

Aber schon im Jahre 1842 erweitert Amici selbst seine ursprüngliche Ansicht über die Kopulation in dem Sinne, dass im Embryosacke schon vor der Befruchtung ein Keimbläschen, welches erst nach dem Kontakt mit dem Pollenschlauche zu weiterer Entwicklung angeregt wird, vorhanden sei. Obzwar Mohl, Tulasne und Hofmeister (1847) Amicis Anschauung akzeptierten und obgleich Hofmeister in seiner umfänglichen Arbeit »Die Entstehung des Embryos bei den Phanerogamen« an zahlreichen anderen Pflanzen in demselben Sinne Beobachtungen anstellte, so entstand dennoch unter den damaligen Botanikern ein harter Kampf über die Bedeutung des Kopulationsaktes.

Während die Autoren der vorangegangenen Zeit die Eizellen im Embryosacke als Bestandteil des verdickten Endes des Pollenschlauchs ansahen, hat Hofmeister zuerst darauf aufmerksam gemacht, dass im Embryosacke sich Zellen befinden, von denen nur eine die Bedeutung einer Eizelle (Oosphaera) hat, der der Embryo seine Entstehung verdankt. Die Befunde Hofmeisters wurden also richtunggebend, denn durch dieselben gelangte die Frage zur Lösung, was ein weibliches und was ein männliches Organ ist. Die weiteren Vorgänge im Embryosacke und in der Eizelle blieben allerdings unbekannt, da die Beschaffenheit der damaligen Mikroskope ein weiteres Studium unmöglich machte. Dies gelang erst in der jüngsten Zeit und zwar vor allem Strasburger, welcher auch die vorbereitende Entwicklung des Embryosacks vor der Befruchtung erkannte.

Wir haben hier nur in kurzen Zügen die Entwicklungsgeschichte der Lehre von der Befruchtung der phanerogamen Pflanzen angedeutet, einer Lehre, welche in der Gegenwart einen ungewöhnlich hohen Grad der Vollkommenheit erreicht hat und so zu sagen ein Modeobjekt der Forschung unzähliger Mikroskopiker geworden ist. Im folgenden geben wir eine strikte Darstellung des Kopulationsprozesses nach dem gegenwärtigen Stande der Kenntnisse auf diesem Gebiete.

Im Gewebe des Nucellus differenziert sich eine grosse Zelle von dem übrigen Gewebe durch ihre Gestalt und Grösse als Embryosack. In diesem befindet sich nach Strasburger ursprünglich in der Mitte ein Kern. Dieser Kern teilt sich und die beiden gesonderten Teile wandern, der eine zum oberen, der andere zum unteren Ende des Sacks, wo jeder sich noch einmal teilt. Aus den so entstandenen vier Teilen bilden sich an dem unteren Pole des Sacks drei Zellen, die sogenannten Antipoden, welche sich an die Sackwand anlegen. Am oberen Ende des Sacks legen sich drei Zellen an die Wand an, von denen die zwei kleineren und eng

an die Sackwand angedrückten die sogenannten Synergiden oder Gehilfinnen sind, während die dritte, unterhalb der erwähnten zwei befindliche Zelle die wahre Eizelle (Oosphaera) ist. Die erübrigenden zwei Kerne wandern nun von den Polen wieder zur Mitte des Sacks, wo sie zusammenfliessen und so einen einheitlichen neuen, sekundären Kern bilden (Fig. 621). Der so eingerichtete Embryosack erwartet die Ankunft des Pollenschlauchs und vermöge desselben die Befruchtung.

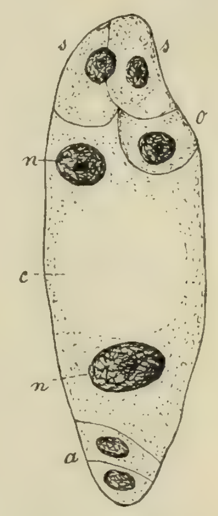


Fig. 621. **Lilium Martagon, Embryosack im ersten Entwicklungsstadium,** *s*) Synergiden, *o*) Eizelle, *c*) Vakuole, *n*) noch nicht verbundene Nuclei, *a*) Antipoden. (Nach Guignard.)

Die Bedeutung der Antipoden ist noch nicht genügend aufgeklärt, sie spielen wenigstens bei der Befruchtung keine Rolle. Manchmal ist ihre Anzahl eine andere, so wird dieselbe bei der Gattung Taraxacum mit 4—5, bei Castanea mit 6, bei Triglochin mit 3—14 angeführt; bei den Gramineen ist sogar ein ganzes, aus 12—36 Zellen zusammengesetztes Gewebe vorhanden und die Gattung Sparganium weist gar bis 150 Antipodialzellen auf.

Unmittelbar vor der Befruchtung spannt sich der Embryosack in dem Masse auf, dass die Synergiden von der Oberfläche des Nucellus nur durch eine kleine Zahl von Zellen abgeteilt sind (z. B. durch eine Reihe, wie bei Narcissus Fig. 622), oder sie kommen selbst auf die Oberfläche des Nucellus. Bei manchen Pflanzen (Torrenia, Santalum, Crocus, Gladiolus) verlängert sich der Embryosack aus dem Nucellus, oder dessen Zellen mehr oder weniger sackförmig oder auch fadenförmig und so gehen dieselben dem Pollenschlauch entgegen.

Das Pollenkorn ist, wie wir schon oben bemerkt haben, durch zwei Membranen (die Exine und die Intine) geschützt, von denen die äussere bei der Keimung zerreisst und die innere in Gestalt eines langen, fasrigen Sacks, des sogenannten Pollenschlauchs, herauskeimt. Schon vor dieser Keimung kann man im Innern des Pollenkorns zwei Zellen bemerken: eine grössere — die vegetative — mit einer vollständigen Anzahl von Chromosomen im Kerne, und eine kleinere — die generative — mit einer reduzierten Anzahl von Chromosomen (Fig. 624). In den Pollenschlauch dringen die Kerne beider Zellen hinein. Manchmal teilt sich, schon vor der Keimung, der generative Kern entzwei, in anderen Fällen aber teilt er sich erst dann, wenn er bis an das Ende des Pollenschlauchs eingedrungen ist. Selten wann kommt es vor, dass diese Teilung sich noch einmal wiederholt, so dass vier Kerne entstehen. Die vegetative Zelle und deren Kern reduzieren sich im Verlaufe der Keimung, bis sie

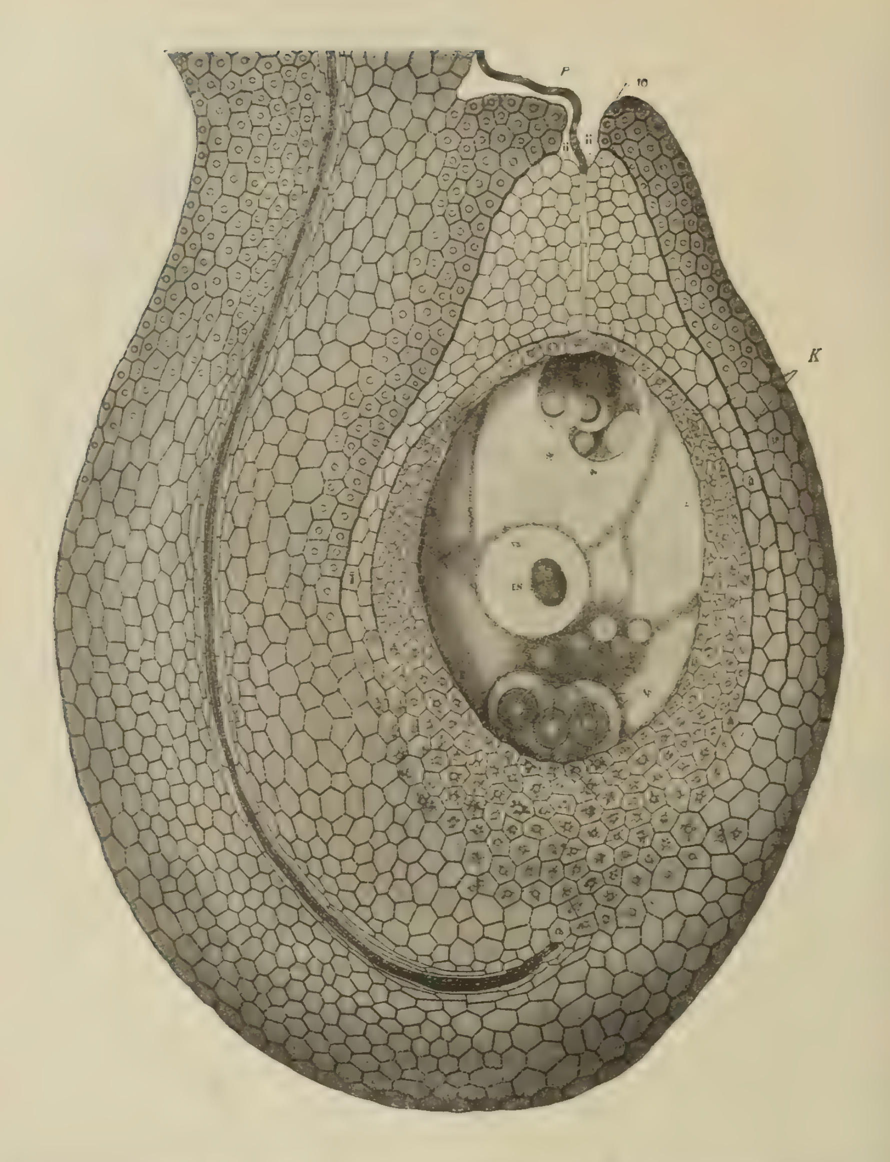


Fig. 622. **Narcissus poëticus,** Organisation des Eichens. *A*) Gefässstrang, *Ch*) Chalaza, *P*) Pollenschlauch, *ie*) äusseres Integument, *ii*) inneres Integument, *K*) Nucellus, *Sy*) Synergiden, *Ov*) Eizelle, *Ap*) Antipoden, *E*) Embryosack, *En*) Nucleus, *Va*) Vakuole. (Nach Dodel-Port.)

gänzlich verschwinden, wodurch am besten angedeutet ist, dass ihnen keine biologische Aufgabe zugewiesen ist, denn es handelt sich da um ein atavistisches Rudiment, welches uns den letzten Rest des Prothalliums der Kryptogamen, das bei den Gymnospermen noch komplizierter war, vorstellt (S. 741).



Fig. 623. **Lilium Martagon** L. Die Pollenkörner zwischen den Narbenpapillen aufkeimend. (Nach Dodel-Port.)

Der Pollenschlauch (Fig. 623) drängt sich durch den verschieden langen Griffel entweder durch einen eigenen Kanal in der Mitte, oder durch ein besonderes Leitgewebe (tela conductrix), welches von dem übrigen Gewebe durch seine langausgezogenen Zellen differenziert ist, hindurch. Aus dem Griffel gelangt dann der Pollenschlauch in die Achse des Fruchtknotens, falls dieser fächerig ist, eventuell in die verschieden geformte Placenta. Manchmal wandert er auch an den Karpellwänden zur Mikropyle des Eichens. Ja, auch durch den Funiculus kann er seinen Weg zum Eichen nehmen. Nicht selten geschieht es, dass er auch durch die, in der Höhlung des Fruchtknotens enthaltene Luft direkt an das Eichen gelangt. Welche Kraft den Pollenschlauch zum Eichen hinführt,

ist bisher noch nicht entschieden; die Ansichten der Autoren gehen in dieser Beziehung noch stark auseinander (Dalmer, Capus, Miyoshi, Pfeffer u. a.).

Die Dauer des Eindringens des Pollenschlauchs bis zur Mikropyle und demnach auch bis zum Befruchtungsakte ist verschieden, übersteigt aber niemals eine Woche. Nur bei den Gattungen *Betula* und *Corylus* dauert die Kopulation längere Zeit — bis 4 Wochen — was in der Weise ausgelegt wird, dass die eigentlichen Eichen sich erst dann zu entwickeln beginnen, wenn der Blütenstaub auf der Narbe zur Keimung gelangt und so eine Reizung in dem Gewebe des Griffels und der Placenta bewirkt. Etwas ähnliches geht in den Fruchtknoten der Orchideen, wo der Befruchtungsakt manchmal einige Monate lang dauert, vor sich. Einen interessanten Fall beschreibt Hofmeister bei *Colchicum autumnale*, wo der Pollenschlauch zum Embryosacke schon im Oktober vordringt, die Befruchtung und Entwicklung des Embryos aber erst im Mai des nächsten Jahrs beginnt.

Die Anatomen nehmen an, dass jedes Eichen einen Pollenschlauch aus einem Pollenkorn zu seiner Befruchtung erhält. Dort, wo im Fruchtknoten nur eine kleinere Anzahl von Eichen vorhanden ist, ist diese Ansicht gewiss richtig, aber ich möchte fast daran zweifeln, dass sich die Sache ebenso auch dort verhält, wo in dem Fruchtknoten eine grosse Anzahl von Eichen vorhanden ist. So ist es mir nicht klar, wienach jedes Eichen in den grossen Fruchtknoten der Orchideen seinen Pollenschlauch erhalten kann, da es doch der Eichen im Fruchtknoten eine so enorme Menge gibt, dass die Anzahl der Pollenkörner eines einzigen Pollinariums jener grossen Anzahl auch nur beiläufig sich nicht nähert. Und bei der Mehrzahl der Orchideen schliesst sich ja die Blüte sofort, sobald ein Pollinarium auf die Narbe gefallen ist. Eine weitere Befruchtung durch Insekten ist eben wegen des erwähnten sofortigen Schliessens der Blüte ausgeschlossen. Und dennoch entwickelt sich aus allen Eichen eine ungeheuere Menge von Samen. Diese Sache sollte noch näher aufgeklärt werden.

Eine besondere Abweichung von der vorerwähnten Art des Eindringens des Pollenschlauchs zum Eichen fand im Jahre 1891 Treub bei der Gattung *Casuarina*, bei welcher der Pollenschlauch durch das, das Integument mit der Placenta verbindende Gewebe eindringt und sich dann zur Chalaza unterhalb des Embryosacks wendet, von wo aus er schliesslich in den Embryosack gelangt. Diese Erscheinung erhielt den Namen Chalazogamie oder Aporogamie und man vermutete, in Übereinstimmung mit der Ansicht Treubs, dass die Casuarinen gegenüber allen anderen Angiospermen eine neue Pflanzengruppe überhaupt vorstellen. In Wirklichkeit ist diese Erscheinung für die Systematik und Morphologie ganz bedeutungslos und wird dieselbe für die Zukunft nur ein besonderes anatomisches Detail bleiben. Später fanden Nawaschin und nach ihm andere Autoren dasselbe bei vielen Amentaceen und anderen Pflanzen (Corylus, Betula, Ulmus,

Cannabineae, Alchemilla, Siebbaldia, Cucurbita u. s. w.). Manche behaupteten auch, dass die Chalazogamie der primäre Kopulationszustand bei den Angiospermen und die Porogamie (das normale Eindringen durch die Mikropyle) der sekundäre oder neuere Zustand sei. Demgegenüber weist Murbeck richtig darauf hin, dass wir bei chalazogamen Eichen keine Mikropyle finden könnten, wenn die Chalazogamie ein primärer Zustand wäre. Die Mikropyle als Relikt von Ureltern auf die Art wie die Pollenkammern bei den Gymnospermen anzusehen, ist nicht richtig, denn die Pollenkammer der Gymnospermen entspricht morphologisch der Mikropyle der Angiospermen durchaus nicht.

Murbeck fand übrigens einen eigentümlichen Übergang zur Chalazogamie der Casuarina im Fruchtknoten der gemeinen *Alchemilla arvensis*, wo der Pollenschlauch durch das Leitgewebe des Griffels hindurchdringt, durch den kurzen Funiculus geht und in die Umgebung der Chalaza kommt, aber von hier wieder durch das Gewebe des Eichens (durch das Integument!) sich hinaufwendet, bis er am Gipfel des Nucellus zum Embryosacke gelangt (Fig. 590). Nawaschin beschreibt einen ähnlichen Übergang zur Chalazogamie bei der Ulme (*Ulmus*).

Wenn der Pollenschlauch bis zur Gruppe der Synergiden vordringt, so pflegen deren Wände schon stark resorbiert zu sein, was den leichteren Übergang des Pollenschlauchinhalts in deren Inneres und von dort zur eigentlichen weiblichen Zelle oder Oosphaere zur Folge hat. Zu dieser Zeit sind gewöhnlich auch die Antipoden bereits resorbiert, bis sie schliesslich zur Gänze verschwinden. Nach den Beobachtungen Nawaschins und Guignards dringt bloss ein einziger generativer Kern zum Kerne der Oosphaere vor, mit welcher dann eine Verschmelzung eintritt. Der zweite Kern nähert sich gleichzeitig dem oberen Kerne im Embryosacke, mit welchem er sich kopuliert. Zur selben Zeit nähert sich diesem Kerne auch der untere und die ganze Gruppe fliesst dann ineinander. Die männlichen Kerne haben zu dieser Zeit eine wurmförmige (Fig. 624) oder schraubenförmige Gestalt, aber keine selbständige Beweglichkeit (Guignard nannte sie »Antherozoiden«).

Sobald diese Kopulation vollzogen ist, so beginnt eine progressive und vielfältige Teilung des Embryosackkerns, bis sich in dessen Höhlung das Endospermgewebe bildet. Es tritt nun eine Resorption des Nucellargewebes und eine Verdrängung desselben an die Wände des Eichens ein; nur in seltenen Fällen bleibt das erwähnte Gewebe in bedeutenderem Masse entwickelt in Gestalt eines Perisperms (Zingiberaceae, Piperaceae, Nymphaeaceae). Auch das befruchtete Eichen der Oosphaere umgibt sich mit einer Zellmembran und gelangt sofort zur Teilung, wodurch im Inneren des Endosperms ein kugeliger, vielzelliger, wachsender Körper, der Embryo entsteht.

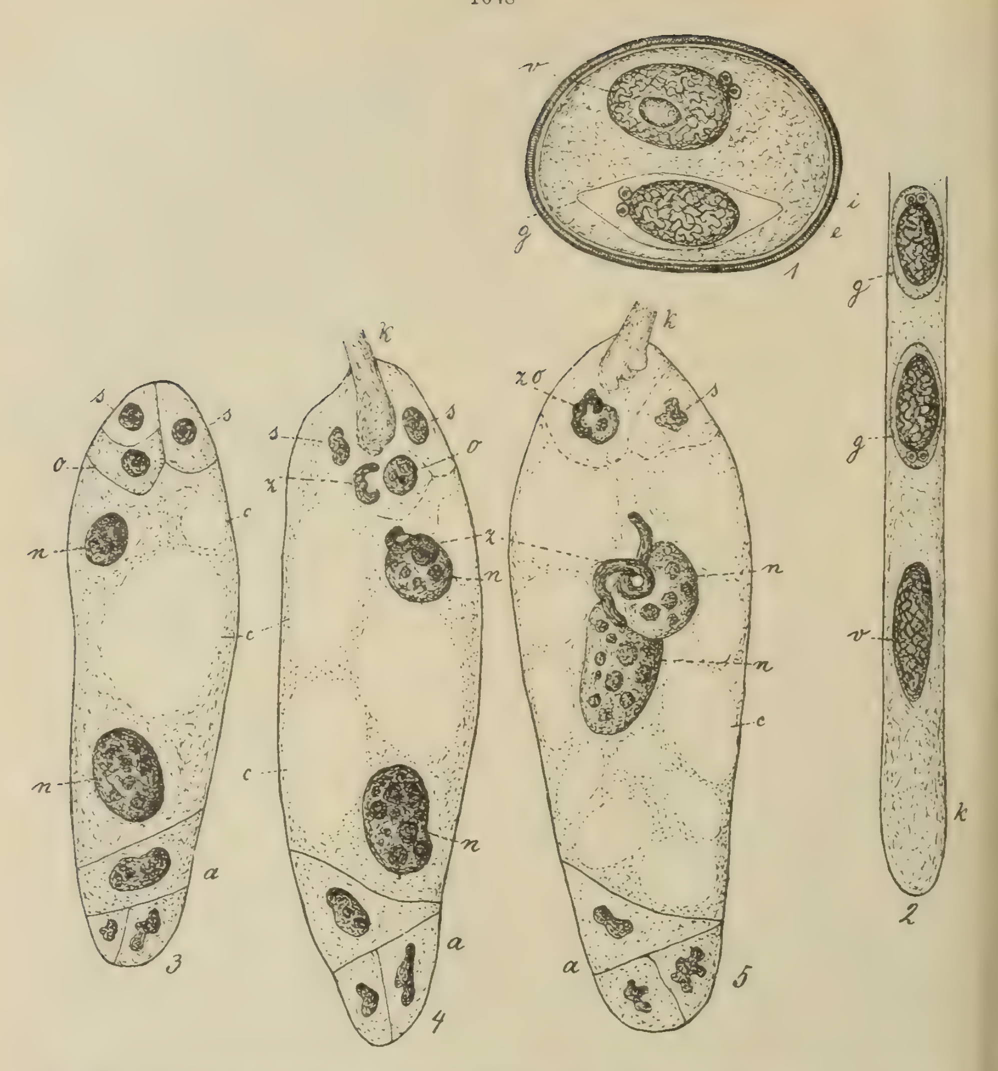


Fig. 624. Kopulationsprozess bei **Lilium Martagon** L. nach Guignard. 1) Pollenkorn, stark vergrössert, *e*) Exine, *i*) Intine, *v*) vegetativer Nucleus mit dem Nucleolus und dem chromatischen Netze, *g*) generative Zelle mit zwei Centrosphaeren. 2) Ende des Pollenschlauchs (*k*), mit dem vegetativen Nucleus (*v*) und zwei generativen Zellen (*g*). 3—5) Embryosack in drei Entwicklungsstadien; 3) vor der Befruchtung, *n*) geteilte Nuclei im Embryosack, *c*) Vakuolen, *a*) Antipoden, *s*) Synergiden, *o*) Eizelle (Oosphaera); 4) Pollenschlauch (*k*) in den Embryosack eindringend und die Antherozoiden (*z*) hinauslassend, von denen sich der eine mit der Eizelle kopuliert, der andere mit dem Nucleus (*n*); 5) Antherozoid (*z*) und beide Nuclei sich verbinden.

Aus dem ganzen, hier geschilderten Vorgange der Kopulation ersehen wir, dass nach der Bestäubung der Angiospermen eine d o p p e l t e K o p u l a t i o n eintritt, nämlich die Kopulation, deren Produkt der geschlechtliche Embryo und die zweite, deren Produkt das Endosperm ist, welches die Aufgabe hat, den jungen Embryo zu ernähren.

Über die Bedeutung der endospermen Kopulation sind schon viele Ansichten und zumeist gewagte Spekulationen ausgesprochen worden (siehe z. B. die Arbeit von Porsch). Das sind aber Phantasien, welche uns über die Phylogenese der Phanerogamen nichts reales bieten. Die Sache liegt hier sehr klar: bei den Gymnospermen bildet sich vor der Kopulation ein nährendes Endosperm; bei den Angiospermen beginnt zwar dieser Vorgang in ähnlicher Weise vor der Kopulation, aber es wird bloss der Geschlechtsapparat (die Synergiden und die Oosphaera), dann die Gruppe der Antipoden erzeugt. Dann hört die Tätigkeit auf, um nach vollzogener Befruchtung von neuem zu beginnen und weiter fortzuschreiten. Die Bedeutung des Prothalliums der Gefässkryptogamen und des Endosperms der Gymno- und Angiospermen ist also eine und dieselbe. Dies ist auch die Ansicht Strasburgers. Dass die abermalige Teilung der endospermen Kopulation vorangeht, kann man sich dadurch erklären, dass die eingestellte Tätigkeit in dem Embryosacke durch die Kopulation zweier verschiedengeschlechtiger Kerne sich zu beleben trachtet. Dafür scheint auch die wiederholt bewiesene Eigentümlichkeit der Kopulation bei den Orchideen zu sprechen, bei denen sich die Antherozoiden mit dem Kerne des Embryosacks nicht kopulieren und auch kein Endosperm sich bildet. Hier ist zur Entwicklung des Embryos kein Endosperm notwendig und deshalb blieb auch die zweite Kopulation aus. Dadurch ist die Bedeutung des kopulierten Endosperms klar hervorgehoben.

Wenn wir die Kopulationsorgane der Gymno- und Angiospermen vergleichen, so sehen wir, dass abermals das Gesetz zur Geltung gelangt, nach welchem sich zusammengesetzte und polymerische Organe in einfachere und oligomerische umwandeln. Im Endosperm der Gymnospermen sind vielfach mehrere Archegonien angelegt, bei den Angiospermen aber kommt nur ein einziges in der Gestalt einer Gruppe von Synergidzellen und der Oosphaera vor. Auch die Entwicklung mehrerer Embryonen im Embryosacke der Gymnospermen reduziert sich bei den Angiospermen zumeist auf einen einzigen Embryo, wenigstens sind Beispiele von Polyembryonien bei den Angiospermen stets eine Ausnahme von der Regel.

Parthenogenesis und Polyembryonie

J. Smith zuerst und nach ihm andere Botaniker haben die Beobachtung gemacht, dass die australische, den Wolfmilchsgewächsen angehörende, bei uns allgemein in den Glashäusern, aber durchweg nur in Exemplaren weiblichen Geschlechts kultivierte Pflanze *Caelebogyne ilicifolia* dennoch stets reife Früchte und keimfähige Samen bringt. Hier entstehen also Embryonen, ohne dass eine Befruchtung durch den Blütenstaub vorangegangen wäre. A. Braun, Hanstein, Strasburger und andere haben

diesen Gegenstand eingehenden Untersuchungen unterzogen und ihre Arbeiten gaben Anlass dazu, dass in dieser Richtung auch an anderen Pflanzen Forschungen angestellt wurden. Und tatsächlich wurde eine ganze Reihe anderer Pflanzen entdeckt, welche auf ähnliche Weise im Embryosacke ohne Kopulation Embryonen, und zwar oft mehrere, bilden. Man nennt dies Polyembryonie. So werden insbesondere parthenogenetische Fälle an *Funkia ovata*, *Allium fragrans*, *Citrus*, *Mangifera indica*, *Evonymus latifolius*, *Clusia alba*, *Opuntia*, *Ficus carica* angeführt.

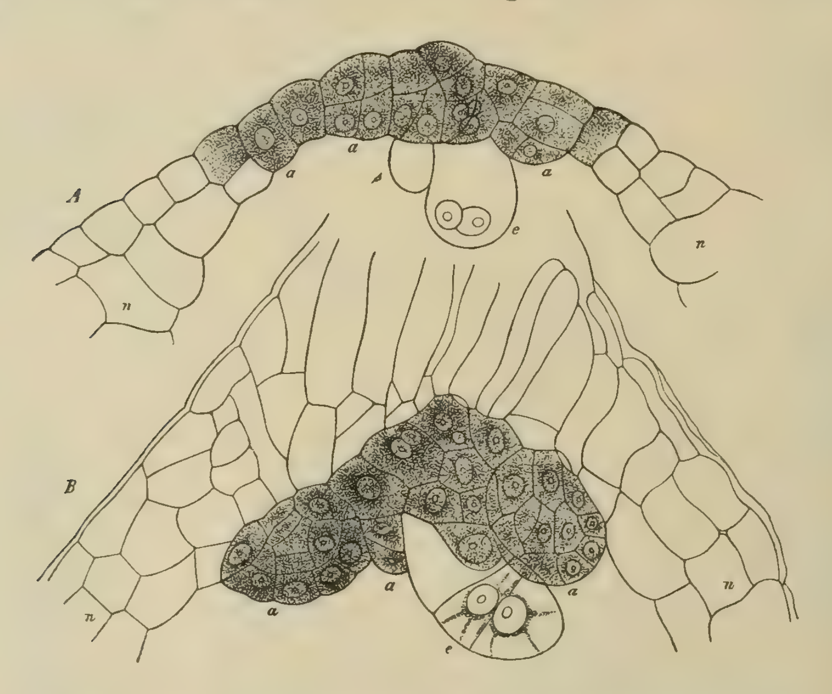


Fig. 625. **Funkia ovata**, Entwicklung der Adventivembryonen; *e*) Eizelle, *s*) Synergide, *n*) Nucellusscheitel, *a*) Nucellarzellen, aus welchen sich die Embryonen bilden. (Nach Strasburger.)

Diese hier angeführten, ungeschlechtlich erzeugten Embryonen fallen aber noch nicht unter den Begriff der wahren Parthenogenesis, weil die Embryonen hier aus den, die Wände des Embryosacks bildenden Zellen des Nucellus entstehen. Es kann dies jedwede Zelle sein, aber zumeist sind es die Zellen oberhalb des Scheitels des Embryosacks, also oberhalb des Geschlechtsapparats. Ein Beispiel können wir da an *Funkia ovata* sehen (Fig. 625). Hier dringt zwar der Embryosack bis zur Eizelle vor, welche er befruchtet und welche sich faktisch auch zu einem Embryo entwickelt, aber gleichzeitig beginnt sich eine grosse Anzahl von Zellen in der Umgebung des Geschlechtsapparats im Nucellargewebe zu segmentieren und aus jeder dieser Zellen entstehen weitere Embryonen, welche

in den Embryosack eindringen. So liegen schliesslich in einem und demselben Embryosacke mehrere Embryonen und demzufolge auch mehrere Samen in einer Samenschale. Wenn wir die Samenschale der gemeinen Citrone ablösen, so finden wir, dass hier bis 10 ungleich grosse, aber in jeder Beziehung vollkommen entwickelte Keime vorhanden sind, also eine Polyembryonie vorliegt. Von allen Embryonen der Citrone in einem Samen keimen aber immer nur 2—3 auf, die anderen gehen ein. Alle diese Keime entstanden in derselben Weise wie bei der oben beschriebenen Funkia, nur aber auch ohne vorangegangene Befruchtung, so, wie bei der ebenfalls schon genannten Caelebogyne. Die Polyembryonie ist in abnormen Fällen bei Samen eine sehr verbreitete Erscheinung. In normaler Weise kommt sie auch bei *Ardisia polytoca*, *Schrankia uncinata*, *Esenbeckia*, *Euphorbia dulcis* u. a. vor. (Siehe auch S. 333.)

Eine grössere Anzahl von Embryonen kann jedoch — obzwar seltener — auch noch einen anderen Ursprung haben. So kann sich ein normal erzeugter Embryo entzwei- oder der Nucellus in zwei Nucellen teilen. Es können sich schliesslich auch zwei oder mehrere Embryosäcke ausbilden (*Thesium intermedium*, *Rosa livida*, *Cheiranthus*) oder zwei Eizellen anlegen (*Santalum album*, *Sinningia speciosa*).

Aber noch in anderer Weise kann sich ein Embryo im Embryosacke ohne vorangegangene Bestäubung bilden. So können Embryonen aus Synergiden entstehen (*Mimosa Denhartii* nach Guignard, *Iris sibirica* nach Dodel, *Najas*, *Aconitum Napellus*). Tretjakov beobachtete, dass sich bei *Allium odorum* durch Bestäubung ein geschlechtlicher Embryo aus der Oosphaera bildet und an der Basis des Embryosacks ein ungeschlechtlicher Embryo aus der Antipodenzelle. Treub fand, dass sich bei Balanophora elongata der Embryo aus einer Endospermzelle bildet.

Die hier so beschriebene Entstehung ungeschlechtlicher Embryonen stellt uns die unechte Parthenogenesis oder Apogamie vor. Die letztere Bezeichnung wird von Guérin, Treub und Strasburger vorgeschlagen. Die Apogamie unterscheidet sich von der Parthenogenesis dadurch, dass der Embryo ohne Bestäubung nicht aus der Eizelle (Oosphaera), sondern aus welcher Zelle immer im Embryosacke zur Entstehung gelangt.

Es tauchten bereits Zweifel darüber auf, ob in der Pflanzenwelt überhaupt eine wahre Parthenogenesis vorkomme. Aber sie existiert tatsächlich und zwar hat sie der schwedische Botaniker Murbeck im Jahre 1901 entdeckt und eine schöne Arbeit darüber veröffentlicht.

Wenn wir auf welchem Standorte und in welchem Lande immer die verschiedenen Varietäten der gemeinen *Alchemilla vulgaris* untersuchen, so finden wir, dass diese Pflanze stets reichlich blüht und dass sich in ihrer Blüte die Fruchtknoten und Staubblätter normal entwickeln. Die Staubbeutel der letzteren werden aber bald schwarz und trocken,

ohne gesunde Pollenkörner hervorzubringen — und so geschieht es, dass der Blütenstaub niemals zur vollkommenen Entwicklung gelangt. Trotzdem aber entwickelt sich der Fruchtknoten gesund geradeso, wie wenn er befruchtet worden wäre und schliesslich reift er zu einer Schliessfrucht mit einem vollkommenen und keimfähigen Samen heran. Aus diesen Umständen müssen wir vorweg den Schluss ziehen, dass sich hier der Same auf ungeschlechtlichem Wege gebildet hat. Murbeck unterzog die Fruchtknoten derartiger Alchemillen einer sorgfältigen Untersuchung und fand, dass der Embryo aus der Eizelle wie bei der regelmässigen Kopulation zur Ausbildung gelangt, obzwar diese Zelle früher nicht befruchtet worden ist. Das Endosperm entsteht ebenfalls in normaler Weise aus dem Zentralkern des Embryosacks durch wiederholte Teilung, so dass auch in dieser Beziehung die gleichen Verhältnisse vorhanden sind, wie bei der geschlechtlichen Kopulation. Die Entstehung des Embryos bei Alchemilla vulgaris ist demnach eine wahre Parthenogenesis.

Das Endosperm verhält sich hiebei unabhängig von der Eizelle, indem es bald kurz vor der Segmentierung der Eizelle oder erst nach der Ausbildung des ganzen Embryos entsteht. Interessant ist hiebei, dass hier nicht einmal die Mikropyle ausgebildet ist, denn das Eichen ist hier am Scheitel durch seine Integumente vollkommen und zur Gänze verwachsen, welcher Umstand darauf hinweist, dass hier schon seit jeher eine Parthenogenesis vorkommt. Murbeck vermutet, dass die genannte Alchemilla wahrscheinlich zuerst chalazogam war auf die Art, wie *Alchemilla arvensis*, wo die Mikropyle ebenfalls zur Gänze verwachsen ist und dass erst aus diesem Zustande die Parthenogenesis sich entwickelt hat. Die Ursache dieser Entwicklung ist nicht klar. Vielleicht ging ein Abortus der Staubbeutel voran, was die Pflanze dazu zwang, sich auf ungeschlechtliche Weise zu Früchten zu verhelfen.

In derselben Weise verhalten sich alle Arten und Rassen der Sektion *Eualchemilla*. Den Floristen ist es bekannt, dass gerade die Arten dieser Sektion eine grosse Menge von Varietäten und Rassen — welche sämtlich in ihren Merkmalen konstant und auf bestimmte geographische Bezirke beschränkt sind — hervorbringen. Diese Eigenschaft kann man sich jetzt leicht durch die Parthenogenesis erklären, denn dieselbe ist eigentlich eine vegetative Vermehrung. Durch Bastardierung können hier Mischlinge nicht entstehen und ohne Bastardierung können sich die Merkmale verschiedener Individuen durch geschlechtliche Erzeugung nicht verbinden.

Die Entdeckung Murbecks blieb nicht lange vereinzelt, denn bald nach derselben wurde eine wahre Parthenogenesis auch bei anderen Pflanzen konstatiert. So beobachtete Owerton (1902, 1904) bei *Thalictrum purpurascens*, dass zwar der Pollenschlauch häufig bis zum Geschlechtsapparat im Embryosack vordringt, dass aber, trotzdem keine Kopulation

stattfand, dennoch ein normaler Embryo zur Ausbildung gelangt. Ja, der genannte Autor fand, dass selbst dann, wenn die männliche Pflanze entfernt wird, die weiblichen Blüten reife Früchte hervorbringen. Eine ganz ähnliche Erscheinung beobachtete Treub (1902) an *Ficus hirta*, wo die Narbe zwar bestäubt wird, die Pollenschläuche aber nicht zur Kopulation gelangen, obzwar sich die Eizelle zu einem Embryo herangebildet hat. Und noch anderwärts wurde Parthenogenesis beobachtet (so von Winkler bei *Wickstroemia indica*).

Juel (1898, 1900) beschäftigte sich mit der Parthenogenesis der bekannten Composite *Antennaria alpina*,*) welche die skandinavische Halbinsel bis zum 70° n. B. bewohnt und in Grönland bis zum 72° geht. Ausserdem ist diese Pflanze allgemein im nördlichen Sibirien, auf Labrador und im arktischen Teile Nordamerikas verbreitet. Sie bringt dort überall reichlich Früchte und verbreitet sich ausgiebig, aber sie hat keinen zur Befruchtung der Narben geeigneten Pollen. Auch durch die Kultur der Pflanze gelang es nicht, Staubbeutel mit einem gesunden, keimfähigen Blütenstaub zu erzielen. Die Sache verhält sich hier also in ähnlicher Weise, wie bei der schon erwähnten Alchemilla.

Raunkiaer und Ostenfeld haben ferner bewiesen, dass auch der überall vorkommende Löwenzahn (Taraxacum officinale) und die variablen Habichtskräuter (Hieracium) unserer Länder niemals einen gesunden Blütenstaub hervorbringen, obzwar sie reichlich Früchte produzieren. Auch hier ist also die Erzeugung parthenogenetischer Embryonen allgemein verbreitet. Es lässt sich dies leicht auch experimentell beweisen, denn wenn wir den ganzen oberen Teil eines Köpfchens mit den Staubblättern und Griffeln noch vor dem Aufblühen abschneiden, so gelangen in dem unteren Teile dennoch die Achänen zur Reife.

Es hat den Anschein, dass die wahre und unechte Parthenogenesis höchstwahrscheinlich eine in der Pflanzenwelt sehr verbreitete Erscheinung ist, welche aber bisher noch nicht genügend studiert worden ist. Kupffer sagt, dass *Circaea lutetiana* und *C. intermedia* an manchen Standorten niemals einen zur Befruchtung geeigneten Blütenstaub enthalten, obzwar diese Pflanzen reife Früchte hervorbringen. Roth gelangt zu dem Schlusse, dass bei *Rumex Acetosa* und deren Verwandten ebenfalls Parthenogenesis vorkomme. Ich selbst habe die Beobachtung gemacht, dass *Mercurialis annua* an vielen Standorten, wo sie bloss in weiblichen Exemplaren vorkommt, trotzdem reife Früchte brachte.

Wir können also, wie wir noch hören werden, mit Recht vermuten, dass in der Natur neben der geschlechtlichen Vermehrung auch noch verschiedene Formen der Parthenogenesis eine grosse Rolle spielen und dass ihr Auftreten immer im Zusammenhange mit anderen biologischen

*) Siehe Kerners »Pflanzenleben«.

und morphologischen Erscheinungen an der betreffenden Pflanze steht. Hier öffnet sich den botanischen Forschern ein weites Feld. Siehe die schöne Orientierungsarbeit H. Winklers über die Parthenogenesis und Apogamie in der Pflanzenwelt im Progressus r. bot. 1908, wo auch die gesamte einschlägige Literatur zusammengestellt ist.

E. Die Bestäubung.

Die Bestäubung der Narbe und die darauf folgende Befruchtung der Eichen im Fruchtknoten kann entweder durch den Pollen aus den Staubgefässen derselben Blüte oder durch den Pollen einer anderen Blüte erfolgen. Der erstere Fall wird Autogamie, der letztere Allogamie genannt. Die Allogamie kann zwei Variationen unterliegen: entweder wird die Narbe durch den Pollen desselben Individuums bestäubt (Geitonogamie), oder es erfolgt die Bestäubung durch den Pollen der Blüte eines anderen Individuums (Xenogamie).

Die grösste Anzahl der Angiospermenarten hat in der Blüte beide Geschlechter (Staubblätter und Fruchtknoten) — solche Blüten heissen zweigeschlechtlich (monoklin oder hermaphrodit). Die geringere Zahl der Angiospermen hat in der Blüte nur ein Geschlecht (Staubblätter oder Fruchtknoten) — getrenntgeschlechtlich (diklin).

Mit Rücksicht darauf, wienach das Geschlecht in den Blüten vertreten ist und wie diese Blüten an der Pflanze disponiert sind, werden weiter nachstehende Kategorien der Angiospermenarten unterschieden:*)

1. Wenn rein männliche und rein weibliche Blüten auf demselben Individuum sitzen, so heisst die betreffende Art einhäusig (monöcisch). Carex acuta, Cucurbita Pepo, Juglans regia, Alnus glutinosa, Corylus Avellana.

2. Wenn rein männliche Blüten an einem Individuum und rein weibliche auf dem anderen befindlich sind, so heisst die betreffende Pflanze zweihäusig (diöcisch). Salix, Populus, Mercurialis, Humulus.

3. Wenn auf einem Individuum neben den zweigeschlechtlichen Blüten auch rein männliche sitzen, so ist Andromonöcie vorhanden. Veratrum album, Astrantia major, einige Arten von Acer.

4. Wenn auf einem Individuum neben den zweigeschlechtlichen Blüten auch rein weibliche sich befinden, so nennt man dies Gynomonöcie. Parietaria officinalis.

---

*) Siehe die Arbeit Erreras und Gevaests im Bull. de la Soc. roy. de Bot. Belg. 1878, wo eine detaillierte Übersicht der Verteilung der Geschlechter in den Blüten und der Bestäubungsarten gegeben wird.

5. Wenn auf einem Individuum neben zweigeschlechtlichen Blüten auch geschlechtslose (mit verkümmerten oder abortierten Staubblättern und Fruchtknoten) vorkommen, so heisst dies Agamonöcie. Viburnum Opulus.

6. Wenn auf dem Individuum neben zweigeschlechtlichen Blüten noch männliche und weibliche Blüten vorkommen, so spricht man von Trimonöcie. Saponaria ocymoides.

7. Wenn einige Individuen derselben Art zweigeschlechtliche Blüten und andere männliche Blüten tragen, so haben wir die Androdiöcie vor uns. Dryas octopetala.

8. Wenn einige Individuen derselben Art hermaphrodite und andere weibliche Blüten haben, so liegt Gynodiöcie vor. Thymus Serpyllum.

9. Wenn manche Individuen derselben Art rein männliche, andere rein weibliche und noch andere hermaphrodite Blüten besitzen, so bezeichnet man dies als Triöcie. Fraxinus excelsior, Asparagus officinalis.

Die eingeschlechtliche Blüte enthält entweder bloss Staubblätter oder bloss Fruchtknoten, wie wir dies an Juglans regia, Corylus Avellana, Callitriche sehen. In anderen Fällen aber finden wir in der männlichen Blüte einen verkümmerten Fruchtknoten oder in einer weiblichen verkümmerte Staubblätter (Staminodien). Wenn eine solche Art in eine Verwandtschaft gehört, welche allgemein zweigeschlechtliche Blüten besitzt (Acer), so kann kein Zweifel darüber sein, dass die Verkümmerung oder der Abortus des einen Geschlechts ein neuerer Zustand ist, welcher aus einer hermaphroditen Blüte entstanden ist. Wenn aber die ganze Verwandtschaft rein diklin ist und wenn plötzlich eine monokline Art oder Gattung mit Rudimenten des anderen Geschlechts auftaucht, so kommen wir in Verlegenheit, wie wir einen solchen Fall verstehen sollen: haben wir es da mit einem Relikt gewesener monokliner Blüten oder mit der allmählichen Umwandlung dikliner in monokline Blüten zu tun? So wurde z. B. in der neuesten Zeit eine Art von *Salix* mit monoklinen Blüten gefunden. So finden wir auch in den Blüten der *Welwitschia* Rudimente des anderen Geschlechts, obzwar alle lebenden Gymnospermen diklin sind. In abnormen Fällen kommt dieser Fall nicht selten vor (Salix).

Die geschlechtlich verschieden entwickelten Blüten nehmen regelmässig an der Pflanze bestimmte Stellen ein oder sie setzen verschiedenartige Inflorescenzen zusammen. So steht gewöhnlich die weibliche Blüte ganz allein in der Achsel des Blatts oder der Braktee, während die männlichen Blüten ganze Inflorescenzen zusammensetzen. In dieser Beziehung sind zahlreiche Gattungen der Familie der *Compositen* (siehe die Arbeit Uexkülls) oder die Gattung *Acer* (Wittrock, Pax) bemerkenswert.

Mit der verschiedenen Vertretung des einen oder des anderen Geschlechts in der Blüte hängt gewöhnlich auch die ungleiche morpho-

logische Ausgestaltung der Blüte, namentlich was das Perigon, beziehungsweise die Krone anbelangt, zusammen. So sind die Kronen der zweigeschlechtlichen Blüten von *Thymus* bedeutend grösser als die Kronen der weiblichen Blüten; so haben die männlichen Blüten der *Valeriana dioica* bedeutend grössere Kronen als die weiblichen. Und über die sonderbaren Blüten der Gattung *Catasetum* sprachen wir schon oben (S. 1033).

In der grossen Mehrzahl der Fälle gilt hier die Regel, dass die weiblichen Blüten kleinere Kronen haben als die männlichen oder monoklinen (Valeriana, Thymus, Salvia, Glechoma u. s. w.).*) Ja, es kommen auch manchmal, abnormerweise, an einem und demselben Standorte zahlreiche Individuen mit verkümmerten Staubblättern vor (wie ich dies selbst an Ranunculus acer beobachtet habe) — und da gelangen auch sofort schwach entwickelte Petala zum Vorschein. Die biologische Ursache dieser Erscheinung ist bisher unaufgeklärt. Die einen sagen, dass durch die starke Entwicklung des Fruchtknotens die Entwicklung der Krone kompensiert werde und Kerner behauptet, dass das grosse Perigon in den männlichen und hermaphroditen Blüten die Staubblätter besser vor dem Regen schütze. Diese Auslegung gefällt uns besser als die vorher angeführte, denn durch die Entwicklung der Fruchtknoten kann der Krone kein Abbruch geschehen, wenn sich die Fruchtknoten in zweigeschlechtlichen Blüten gleich stark entwickeln.

Wenn sich in der Blüte männliche und weibliche Organe (Staubblätter, Fruchtknoten) befinden, so können sie allerdings untereinander selbst eine Kopulation eingehen, mit Ausnahme solcher Fälle, wo die Staubblätter in der Blüte derart gestellt sind, dass der Pollen aus ihnen nicht auf die Narbe gelangen kann. Solcher Blüten gibt es viele (Viola tricolor, Asclepias, Orchis, Aspidistra u. s. w.). In Blüten, welche nur ein Geschlecht enthalten (also bei ein- und zweihäusigen Pflanzen) muss notwendigerweise eine Kopulation zwischen zwei verschiedenen Blüten, eventuell zwischen zwei verschiedenen Individuen eintreten.

Auch dadurch, dass sich in der Blüte die Staubblätter früher als die Fruchtknoten entwickeln, oder umgekehrt (Dichogamie), muss die Bestäubung zwischen zwei verschiedenen Blüten erfolgen. Wenn wir verschiedene Blüten der Gattung *Geranium* untersuchen (Taf. VIII, Fig. 10), so werden wir bald die Bemerkung machen, dass dort, wo die Staubblätter sich in voller Entwicklung befinden und den Pollen von sich

*) Ausnahmen sind sehr selten und sollten dieselben allseitig untersucht werden. So haben die weiblichen Blüten der Capsella Bursa pastoris und Lychnis vespertina grössere Kronen als die männlichen. Bei den Blüten der Compositen führt Uexküll alle möglichen Modifikationen für die geschlechtliche Entwicklung der Köpfchen an und sagt, dass die oben aufgestellte Regel keine Gültigkeit habe. Dieser Autor vergisst aber, dass auf die Entwicklung der Krone in den Köpfchen der Compositen auch noch andere biologische Momente Einfluss ausüben.

geben, die Narben noch zu einem keulenförmigen Ganzen verbunden und überhaupt unentwickelt sind. Erst, wenn die Staubblätter verwelkt und die Staubbeutel zum grössten Teile abgefallen sind, falten sich die Narben in der Form von fünf langen Fäden, welche geeignet sind, den Pollen aufzunehmen. Solche Blüten heissen proterandrisch (Taf. VIII, Fig. 10). Umgekehrt verhält sich die Sache bei *Luzula pilosa* oder *Plantago lanceolata* (Taf. VIII, Fig. 3, 4), wo früher die Narben und später erst die Staubgefässe zur Entwicklung kommen (proterogyne Blüten).

In allen Fällen, wo die Allogamie notwendig ist, erfolgt die Bestäubung in verschiedener Weise, hauptsächlich aber mit Hilfe des Windes (anemophile Arten), mit Hilfe von Insekten (entomophile Arten), seltener mit Hilfe kleiner Vögel (Colibris) und endlich mit Hilfe des Wassers (hydrophile Arten) — dies jedoch in bescheidenem Masse.

Eine grosse Anzahl von Pflanzen bestäubt sich durch den Wind, welcher den Blütenstaub häufig auf weite Entfernungen forträgt (S. 955). Zu diesem Zwecke sind auch die Staubblätter und der in denselben enthaltene Pollen besonders eingerichtet. Die Pollenkörner sind rund, klein, glatt und trocken, so dass sie sich sehr leicht aus den aufgesprungenen Staubbeuteln ausstreuen und als feiner Staub in die Luft erheben. Es wird wohl schon jedem vorgekommen sein, dass er gesehen hat, wie an einem sonnigen Sommertage beim Wehen des Windes aus einem blühenden Roggenfelde ganze weissliche Wolken von Blütenstaub sich erheben. Ähnlich ist die Erscheinung, dass im Frühlinge aus den Kätzchen der Haselnüsse oder Erlen, wenn man die Zweige schüttelt, gelbliche Pollenwölkchen herausfliegen.

Die Zahl der anemophilen Arten ist gross; es gibt auch ganze Familien und Gattungen in den letzteren, welche durch den Wind bestäubt werden, so sämtliche *Amentaceen* (bis auf kleine Ausnahmen bei Salix), die *Gramineen*, *Cyperaceen*, *Urticaceen*, *Plantagineen*, *Ulmaceen*, *Chenopodiaceen*, dann *Rumex*, *Triglochin*, *Potamogeton*, *Pandanus*, *Typha*, *Sparganium*, *Platanus*, die *Palmen* etc.

Die besondere Einrichtung der Blüte und insbesondere der Geschlechtsorgane bei den anemophilen Pflanzen ersehen wir an dem abgebildeten *Lolium perenne* (Taf. VIII, Fig. 7) als Repräsentanten der Gräser. An einem sonnigen Tage etwa um 11 Uhr vormittags öffnen sich in dem Ährchen die untersten 1 – 2 Blüten mit Hilfe der stark angeschwollenen Lodikularschuppen, welche die Deck- und Vorspelze wegschieben. In demselben Augenblicke treten seitwärts zwei grosse, federige Narben und gleichzeitig die überaus langen, zarten Staubfäden, an denen die Antheren hängen, heraus. Die letzteren sind an beiden Enden tief im Winkel auseinanderstehend und in dem oberen (recte unteren) Winkel ist der Staubfaden nur in einem einzigen Punkte eingefügt, was zur Folge hat, dass die Antheren in der Luft sehr beweglich sind. Zu dieser Zeit springen die Staubbeutel

mittelst einer Längsritze auf, der Pollen streut sich leicht heraus und wird als Wölkchen durch die Luft fortgetragen. Etwa um drei Uhr nachmittags sind die Ährchen wieder zu. Am nächsten Tage wiederholt sich dieser Vorgang wieder bei den nachfolgenden Blüten in den Ährchen. Ähnlich ist der Vorgang bei anderen Grasarten, nur dass die Zeit der Öffnung von fünf Uhr früh bis etwa drei Uhr nachmittags beginnt. Die eigentliche Öffnung der Deckspelzen und das Heraustreten der Staubblätter aus den Ährchen spielt sich in einigen Minuten ab (siehe bei Kerner und Askenasy nach), also mit erstaunlicher Schnelligkeit. Die Antheren sind bei allen Gräsern fast gleich eingerichtet, sie pflegen nur manchmal kürzer oder weniger ausgeschnitten oder überhaupt nicht ausgeschnitten zu sein (Zea). Bei der Gattung *Phleum* und einigen anderen ragen die Staubfäden gerade und senkrecht hervor und bewegen sich die Antheren nur auf deren Enden. Auch die Narben haben im ganzen eine gleiche Gestalt, manchmal treten sie aber aus dem Ende der Blüte heraus. Die Gattung *Zea* hat eine einzige, einem unendlich langen Faden ähnliche Narbe, so dass die ganze weibliche Ähre zur Zeit des Aufblühens aus der Hüllscheide als ein Schopf von Narbenfäden hervortritt, an welchen sich der aus dem rispenförmigen männlichen Blütenstande am Ende des Halms herausfallende Blütenstaub auffängt.

Auch in der benachbarten Familie der *Cyperaceen* finden wir anemophile Blüten, welche von Proterogynie oder Diklinie (Scirpus, Carex) begleitet zu sein pflegen, wodurch die Allogamie noch mehr unterstützt wird. Sehen wir ein Beispiel an dem abgebildeten *Scirpus palustris* (Taf. VIII, Fig. 24, 25). Die Zwitterblüten dieser Pflanze setzen eine einfache Ähre am Ende des nackten Halms zusammen. Das Perigon ist auf vier Borsten reduziert und die Narbe sitzt mit einer kegelförmig verdickten Basis auf dem Fruchtknoten. Von den Staubblättern sind bloss drei entwickelt. Wenn zwei lange, fadenförmige, gewimperte Narben in der besten Entwicklung aus dem Ährchen herausragen, sind die Antheren noch hinter der Deckspelze an kurzen Fäden verborgen. Erst, wenn die Narben welk geworden sind und vertrocknen, beginnen die Staubblätter aus dem Ährchen herauszuwachsen. Dies geschieht vormittags und zwar verlängern sich die Staubfäden sehr rasch, so dass die Blüte innerhalb einer Stunde die Gestalt in Fig. 25 erhält. Gleichzeitig öffnen sich durch eine Längsspalte die Antheren, der trockene Pollen wird ausgeschüttet und vom Winde in die Umgebung weggetragen.



Fig. 626. **Rumex Acetosella**, drei Perigonblätter und zwei anemophile Staubgefässe. (Original.)

Eine anemophile Einrichtung der Blüte zeigt auch die Gattung *Rumex* (Fig. 626). Hier sind die Narben kugelig, dicht stichelhaarig. Die

Staubblätter sind zu je zwei genähert und stehen hinter den äusseren Perigonblättchen. Ihre Fäden sind flachen Blättchen ähnlich, welche mit ihren Flächen aneinandergestellt sind; an ihrem Ende befinden sich überaus dünne, in die Basis der Anthere eingefügte Fädchen. Diese Anthere zittert, wenn der Wind weht, sehr leicht, wobei der staubförmige Pollen herausfliegt. Hängende und bewegliche Staubblätter hat in den männlichen Blüten auch *Humulus Lupulus. Broussonetia*, *Parietaria*, *Urtica* und andere Gattungen der Familie der *Urticaceen* und *Moraceen* sind durchweg durch dikline Blüten mit anemophiler Einrichtung ausgezeichnet. Die Narben sind hier gewöhnlich kugelig-igelförmig oder lang und wimperig, aber immer von bedeutenden Dimensionen. Die Staubblätter stehen hinter den Perigonblättchen, von denen sie gedeckt und geschützt werden. Die Antheren sind an, nach innen eingebogenen Staubfäden in der Blüte verborgen. Zur Zeit ihrer Reife, hauptsächlich in den frühen Morgenstunden, schnellt die Anthere infolge der starken Spannung im Gewebe der Staubfäden plötzlich heraus, wobei ein Pollenwölkchen aus den Staubbeuteln herausfliegt.

Die Blüten des gemeinen Wegerichs (*Plantago lanceolata*, Taf. VIII, Fig. 3—5) sind ebenfalls anemophil und zugleich proterogyn. Wenn die Krone noch eingerollt ist (4), so ragt aus derselben schon eine lange, peitschenförmige, gewimperte Narbe heraus. Erst später kommen die Staubblätter heraus, zu welcher Zeit aber die Narbe bereits vertrocknet (3). In der geschlossenen Corolle sind die Staubfäden in die Basis der Kronröhre (5) eingefügt, in der Mitte knieartig einwärts gekrümmt und am Ende eine grosse Anthere tragend. Wenn die Krone sich aufzurollen beginnt, so tritt im Staubfaden eine grosse Spannung ein, welche bewirkt, dass die Anthere plötzlich in die Höhe schnellt und der Faden sich gleichzeitig gerade richtet. So fliegt dann der trockene Pollen aus den Antheren heraus.

Auch aus dem aufgeblühten, reichen Blütenstande der Gänsefussart *Chenopodium Bonus Henricus* fliegen beim Wehen des Windes Wölkchen feinen Blütenstaubs heraus. Die Blüten sind hier ebenfalls proterogyn.

Die grossen Kätzchen der Walnuss (Juglans regia) entwickeln sich und stäuben gleichzeitig mit den weiblichen, während die verwandte *Pterocarya caucasica* proterandrisch ist. Hier ist die Proterandrie so gross, dass zur Blütezeit der männlichen Kätzchen die weiblichen Blüten überhaupt noch nicht entwickelt sind und wenn diese ihre Narben auseinanderlegen, sind die männlichen Kätzchen schon lange vertrocknet und abgefallen. Im Prager botanischen Garten blühen die männlichen Kätzchen um den 8. Mai herum auf, die weiblichen Blüten aber erst um den 31. Mai herum! Obzwar wir im Garten bloss einen einzigen Baum haben, so reifen die Früchte doch gut aus und wenn sie abfallen, keimen sie auch zu jungen Pflanzen auf. Hieraus geht hervor, dass die Befruchtung durch den eigenen Pollen,

welcher an den Blättern und Zweigen haften blieb und zur Zeit des Aufblühens der weiblichen Blüten durch den Wind auf die Narben vertragen wurde, bewirkt worden ist.

Es ist übrigens auch aus anderen Fällen bekannt, dass der Pollen anemophiler Pflanzen sich ungewöhnlich lang gesund erhält. Die Araber bestäuben die Dattelpalme mit dem männlichen, wenn auch ein Jahr alten Blütenstande.

Wenn wir verschiedene anemophile Blüten vergleichen, so ergeben sich an denselben nachstehende gemeinsame Eigenschaften: 1. Die Blüten haben keine farbigen Kronen oder Perigone; 2. die Blüten sind häufig diklin oder wenigstens dichogam; 3. die Narben sind gross, fransig oder gewimpert; 4. die Blüten sind geruchlos; 5. in den Blüten sind keine Nektarien entwickelt.

Die Bestäubung durch das Wasser (Hydrophilie) kommt nur bei einer geringen Anzahl von Wasserpflanzen vor und es sind wieder hiebei zwei Kategorien zu unterscheiden. Bei der einen erfolgt die Bestäubung an der Oberfläche des Wassers, wovon uns die Gattungen *Ruppia* und *Vallisneria* interessante Beispiele bieten.

Ruppia ist eine durch ihre Gestaltung und Verwandtschaft der Gattung *Potamogeton* nahe Pflanze. Die kurze Blütenähre enthält bloss zwei Zwitterblüten, welche in hohem Grade proterandrisch sind. Wenn die Antheren reif sind, so ist das Ährchen noch unter dem Wasser in den Blattscheiden eingeschlossen. Aus den aufgesprungenen Antheren schwimmen die Pollenkörner auf den Wasserspiegel. Später entwickeln sich auch die Narben, in welchem Stadium sich der Ährenstiel bedeutend verlängert, bis die Fruchtknoten auf der Oberfläche des Wassers zum Vorschein kommen, wo sie mit den Pollenkörnern in Kontakt gelangen und die Kopulation vor sich geht.

Eine bemerkenswerte Bestäubungsart ist schon seit langem an der Wasserpflanze *Vallisneria spiralis* aus der Familie der *Hydrocharitaceen* bekannt. Eine schöne Abbildung und die Beschreibung dieses Vorgangs siehe im Werke K e r n e r s. Die kleinen männlichen Blüten entwickeln sich in bedeutender Anzahl an der im Wasser untergetauchten Ähre (am Boden des Gewässers). Zur Zeit ihrer vollkommenen Entwicklung reissen sie sich mit ihren Stielen ab und schwimmen dann auf die Oberfläche des Wassers, wo sie sich öffnen und zwei auseinandergespreizte Staubgefässe mit zusammengeklebtem Pollen, der einen Kolben am Ende des Staubfadens bildet, tragen. Die weibliche Blüte (die Pflanze ist zweihäusig) von bedeutend grösseren Dimensionen taucht an einem überaus langen, fadenförmigen Stiel auf die Oberfläche des Wassers empor und die grossen Narben dieser Blüte kommen mit den schwimmenden männlichen Blüten, deren Antheren die Narben berühren, in Kontakt, wodurch die Befruchtung zustande kommt. Nach der Bestäubung rollt sich der Stiel der

weiblichen Blüte spiralig ein, wodurch dieselbe wieder ins Wasser zurückgezogen wird und hier zur Fruchtreife gelangt.

Die zweite Art der Hydrophilie besteht darin, dass die Antheren unter dem Wasser aufspringen und die Pollenkörner in dasselbe hineinlassen, worin sie dann schwimmen, da ihr Gewicht jenem des Wassers gleich ist. So gelangen sie auf die Narben der anderen Blüten. Die Pollenkörner haben bei vielen Arten (*Zostera*, *Cymodocea*, *Halodule*) die Form langer Würmchen. Hieher gehören ausser den schon genannten Gattungen der *Najadaceen* noch die Gattungen *Najas*, *Posidonia*, *Zannichellia* und aus der Familie der *Hydrocharitaceen* die Gattung *Halophila*.

In ähnlicher Weise bestäuben sich die diklinen Blüten der Gattung *Ceratophyllum* und die untergetauchten Blüten von *Callitriche autumnalis*. Die untergetauchten Blüten einiger Arten der Gattung *Elatine* entwickeln sich aber infolge der Verschliessung im Wasser autogam oder kleistogam.

Die häufigsten Vermittler der Narbenbestäubung sind bei den Angiospermen verschiedene Insekten (die Entomophilie). Heutzutage zweifelt niemand daran, dass die Blüten durch Insekten bestäubt werden, zu welchem Behufe sich in der Blüte auch besondere Einrichtungen befinden. Das Studium derselben und die Beobachtung, welche Insektenarten besonders gewisse Pflanzen bestäuben, hat sich in neuester Zeit zu einem besonderen Zweige der botanischen Biologie herangebildet. Es existiert auch schon über diesen Gegenstand eine reiche Literatur in allen Kulturländern. In Europa stammen die grundlegenden Arbeiten hierüber von Hildebrand, Delpino, Löwe, Kerner, Kirchner, Knuth und Müller (siehe diesbezüglich die Orientierungsschrift von Behrens). Gründer dieser Wissenschaft ist Chr. K. Sprengel, welcher in seiner Abhandlung »Das entdeckte Geheimniss der Natur im Baue und der Befruchtung der Blumen« (Berlin, 1793) an verschiedenen Pflanzen eingehend den Nachweis führt, dass es die Insekten sind, welche die Befruchtung zustande bringen. Trotz der hohen Wichtigkeit dieser Schrift blieb dieselbe dennoch unbeachtet, ja selbst dann, als bald darauf Andr. Knight auf Grund seiner Versuche mit kultivierten Erbsen die Vermutung aussprach, dass immer nach einigen Generationen eine neue Generation durch Bestäubung aus einer fremden Blüte erzeugt werden muss, wenn die Pflanze nicht ihre Produktivität einbüssen soll — liess sich niemand von seinen althergebrachten Anschauungen abwendig machen. Auch Herbert hat im J. 1837 vergeblich auf die Bestäubung durch Kreuzung aufmerksam gemacht.

In den Jahren 1857 und 1858 stellte – aber ebenfalls ohne Erfolg – Ch. Darwin ähnliche Versuche und Beobachtungen bezüglich einiger Papilionaceen an und gelangte derselbe zu den gleichen Resultaten, wie seine Vorgänger. Erst als Ch. Darwin sein berühmtes Werk »On the origin of species by means of natural selection« (London, 1859), dann besonders

sein weiteres Buch »On the various contrivances by british and foreign Orchids are fertilized by Insects« (London 1862) herausgegeben hatte, machten seine Darlegungen bezüglich der Befruchtung der Pflanzen durch Kreuzung eine wahre Sensation in der ganzen gebildeten Welt und es fand sich bald eine ganze Legion von Mitarbeitern, welche diese Lehre nach allen Richtungen hin ausspannen.

Die Grundlage der Insektentheorie bildet die unbewusste Übertragung der Pollenkörner auf dem Körper der Insekten von einer Blüte auf die andere. Selbstverständlich können dies Blüten an demselben Individuum oder auch an zwei verschiedenen sein. Die Insekten besuchen die Blüten, um dort Nahrung zu finden: den aus den Nektarien ausgeschiedenen Nektar, den Pollen oder auch andere Blütenbestandteile. Die Pollenkörner sind mehr oder weniger auf der Oberfläche klebrig, um sich an dem Körper des Insekts leichter anzukleben. Um die Insekten aufmerksam zu machen und zum Besuche der Blüten anzulocken, sind dieselben mit schön und lebhaft gefärbten Kronen, Perigonen, Staubblättern, Brakteen ausgestattet oder verbreiten sie, oft auf bedeutende Entfernung, einen angenehmen oder unangenehmen Geruch. Ausserdem befinden sich in der Blüte verschiedene mechanische Vorrichtungen, welche dazu dienen, dass die Insekten, wenn sie den Nektar aus den Blüten saugen wollen, den Pollen auf eine andere Blüte übertragen müssen. Die Theorie setzt durchweg voraus, dass alle diese zweckmässigen Vorkehrungen sich in der Blüte im Verlaufe der Zeiten durch Adaptation und natürliche Zuchtwahl entwickeln.

Dies gibt den kurzen Auszug der Insektentheorie. Die Analyse und Kritik derselben wird am Ende dieses Kapitels nachfolgen.

Alle Blüten, welche auf die Befruchtung durch Insekten angewiesen sind, besitzen besonders auffallend gefärbte Perigone oder Kronen. Aber auch andere Blütenteile können diese farbigen Schauapparate oder Signale vertreten; ja selbst ganze Inflorescenzen sind nicht selten zu diesem Zwecke eingerichtet (die Corymbiferae bei den Compositen u. a.). Wir haben schon oben auseinandergesetzt, dass jedwedes Organ in der Blüte den Dienst eines Nektariums versehen kann. Der ausgeschiedene Nektar häuft sich in Spornen (Viola, Corydalis, Orchis) oder Receptakeln, Säcken etc. an. Alle entomophilen Arten verbreiten einen angenehmen oder unangenehmen Geruch. Viele stinken nach Aas, um Aaskäfer oder -Fliegen anzulocken (Aristolochia, Amorphophallus, Typhonium u. a.). Besonders stark wohlriechend sind die zur Nachtzeit sich öffnenden Blüten, um Nachtfalter von der Ferne anzulocken (Lonicera Caprifolium, Platanthera bifolia, Nicotiana affinis etc.). Solche Nachtblüten sind gewöhnlich weiss, um von weitem in der Dunkelheit sichtbar zu sein.

Auch die Blütenplastik pflegt dem Besuche der Insekten angepasst zu sein. So sagt Jordan, dass die am Ende der Stengel, Schäfte und Äste stehenden Blüten deshalb regelmässig sind, weil die Insekten zu den-

selben von allen Seiten Zutritt haben, während die an den Seiten der Inflorescenzen, Stengel etc. hervorkommenden Blüten aus dem Grunde zygomorph sind, weil sie auf einer Seite eine Lippe oder überhaupt ein Organ als Anflugsstelle ausbilden müssen. Die Staubblätter sind angeblich dann intrors, wenn die Nektardrüsen vor den Staubblättern stehen und extrors in dem Falle, wenn die Drüsen sich hinter den Staubblättern befinden. Auch die Länge und Einbiegung der Staubfäden und Griffel formt sich nur der Insekten wegen.

Aber nicht nur dies; in den Blüten finden wir häufig ganze, sehr sinnreiche Mechanismen, welche der Bestäubung mit Hilfe der Insekten dienlich sind. Diese Einrichtungen können infolge ihrer Zweckdienlichkeit nicht den geringsten Zweifel aufkommen lassen, dass sie nur der, die Blüte besuchenden Insekten halber entstanden sind. Wir führen in dieser Beziehung Beispiele an den Gattungen *Asclepias*, *Corydalis*, *Aristolochia*, *Sarothamnus*, *Catasetum*, *Salvia*, *Viola*, *Orchis*, *Gymnadenia*, *Bulbophyllum* und *Arum* an. Hier gelangen wir aber zu der Überzeugung, dass derlei Organe weder durch Adaptation, noch auch durch natürliche Zuchtwahl entstehen konnten. Hier müssen wir notwendigerweise annehmen, dass die Pflanze infolge ihres inneren Intellekts die Vorteilhaftigkeit eines solchen Organs erkannt und dasselbe durch inneren Drang in kurzer Zeit hervorgebracht hat. Die Einrichtung derartiger Apparate haben Ähnlichkeit mit einer Maschine, die ein geschickter Mechaniker konstruiert hat. Zuerst hat dieser Mechaniker einen Gedanken gefasst, auf welche Weise eine bestimmte, für den Menschen nützliche Funktion durch eine Maschine besorgt werden könnte, dann dachte er über deren Konstruktion, ferner über die Herstellung der einzelnen Teile nach, bis er schliesslich alle diese Teile zusammensetzte und, wann es notwendig war, sie in Tätigkeit versetzte. Eine solche Maschine konnte gewiss vervollkommnet werden, ihre Funktionierung musste jedoch schon im Anfang von Vorteil sein. So ist es auch nicht denkbar, dass der Mechanismus in der Blüte jemals in einem solchen Zustande sich befunden haben könnte, welcher dessen Funktionierung ausgeschlossen hätte. Dass er später vollkommener werden konnte, ist leicht begreiflich.

Die Blüten einiger Pflanzenarten werden von zahlreichen und verschiedenen Insektenarten besucht, andere Blüten wiederum nur von gewissen Insekten z. B. von Bienen, Fliegen, Käfern etc. Dies hat seinen Grund teils darin, dass viele Blüten eine besondere Einrichtung haben, welche aber nur den Organen gewisser Insektengruppen entspricht, teils in dem Umstande, dass sich die Nektarien in verschiedener Tiefe und an verschiedenen Stellen der Blüten befinden. So z. B. werden Blüten mit langen Kronröhren oder mit langen Spornen bloss von Nachtfaltern besucht, deren langer Saugrüssel bis auf den Boden der Blüte oder des Sporns reicht, um von da den Nektar zu holen. Als Beispiel führen wir

unsere einheimische *Platanthera bifolia* und die in den Gärten kultivierte *Nicotiana affinis* an. Die Spornen der exotischen Orchideen: *Angraecum eburneum* und *Macroplectrum sesquipedale* erreichen eine Länge von bis 30 *cm*, gleicherweise haben auch die exotischen Rubiaceen *Exostema floribundum*, *Oxyanthus hirsutus* u. a. Kronröhren von der Länge bis 20 *cm*. Besucher dieser Blüten können bloss grosse Nachtfalter mit langen Saugrüsseln sein.

Schon Darwin hat darauf aufmerksam gemacht, dass unser Rotklee bloss durch Hummeln (keineswegs durch Bienen) befruchtet werden kann. Tatsächlich blieb in Australien der Rotklee, den die dortigen Ökonomen angebaut haben, durchweg steril, samenlos, weil dort keine europäischen Hummeln vorkommen. Interessante Studien hat Kronfeld in dieser Beziehung an Blüten der Gattung *Aconitum* angestellt, welche gleichfalls ausschliesslich nur durch Hummeln befruchtet werden können. Deshalb entspricht die geographische Verbreitung der Gattung *Aconitum* der geographischen Verbreitung der Insektengattung Bombus.

Eine interessante Erscheinung ist es, dass einige Angehörige der Insektenwelt nicht durch die Blüte zu den Nektarien gelangen, sondern dass sie den Nektar durch ein einfacheres Mittel gewinnen, indem sie nämlich die Spornen oder die Basis der Kronröhre durchbeissen und auf diesem kurzen Wege den Nektar aus der Blüte heraussaugen. Dies tun z. B. regelmässig die Hummeln bei der Gattung *Corydalis*, die Ameisen und verschiedene Käferarten an Blüten der Labiaten und Boragineen etc.

Die Blüten mancher Pflanzen pflegen von Schmetterlingen besucht zu werden, welche nicht nur den Honig aus den Blüten heraussaugen, sondern auch ihre Eier in dieselben hineinlegen. Die aus diesen Eiern herauskommenden Raupen leben dann von den Eichen in dem heranwachsenden Fruchtknoten. So tut dies regelmässig der Nachtfalter Dianthoecia albimaculata an den Blüten unserer niedlichen *Silene nutans*, deren weisse Blüten nur während der Nacht sich öffnen und duften. So tut dies Lycaena Hylas an den Blüten von *Anthyllis Vulneraria*, Lycaena Arcas an Blüten von *Sanguisorba officinalis*. Die Raupen werden allerdings durch das Ausfressen der Samen zu Schädlingen der Pflanze, da aber immer noch genug andere, gesunde, durch den Nachtfalter befruchtete und reichlich Samen produzierende Fruchtknoten an der Pflanze übrig bleiben, so gewinnt die Pflanze verhältnismässig reichlichen Ersatz für die Nahrung, die sie den Insekten abgegeben hat.

Das bemerkenswerteste Beispiel eines solchen Insekts ist aber die kleine Motte Pronuba yuccasella, welche die Blüten der reichen und prachtvollen Rispen der südamerikanischen Arten der Gattung *Yucca* besucht. Diese Blüten sind weiss, glockig, bloss in der Nacht sich öffnend. Zur Nachtzeit erhalten sie den Besuch des genannten Falters und nachdem er sich auf eine Blüte niedergelassen hat, sammelt und rollt er

mit besonderer Geschicklichkeit den klebrigen Pollen aus den Antheren zu einer Kugel zusammen, worauf er dieses Kügelchen auf eine andere Blüte fortträgt. Hier lässt er sich zuerst auf den Fruchtknoten nieder und legt dann seine Eier in dem Fruchtknoten ab. Hierauf kriecht er auf die Narben und drückt in eine, in der Narbe befindliche Vertiefung das Pollenkügelchen hinein. Dadurch erfolgt die Befruchtung des Fruchtknotens und die Erzeugung einer Menge von Samen, welche den darin aus dem Ei gekrochenen Räupchen reichliche Nahrung bieten. Selbstverständlich brauchen die Raupen nur einen Teil der Samen zu ihrer Ernährung und bleibt so die Mehrzahl der Samen gesund und keimfähig. So zahlt also die *Yucca* durch einen Teil ihrer Samen ihre Schuld für die Bewirkung der Befruchtung ab. Ohne diese Befruchtung würde sie steril bleiben, da die Narben und Antheren eine solche Stellung haben, dass der Pollen nicht auf die Narbe gelangen kann. Bewunderungswert aber ist die Intelligenz der Motte, namentlich der Umstand, dass sie weiss, dass der Pollen von einer Blüte auf die andere übertragen werden muss, wenn der Fruchtknoten wachsen und den jungen Raupen Nahrung bieten soll. Die bei uns kultivierten Yuccen bringen deshalb niemals reife Früchte.

Ebenso interessant ist die Befruchtungsweise der kleinen Blüten in den fleischigen Receptakeln der Gattung *Ficus* mit Hilfe kleiner Gallwespen, welche in diese Receptakel eindringen (siehe das Werk Kerners).

Zahlreiche Insektenarten, welche keine eigenen Nester und Wohnungen haben, flüchten sich auf die Nacht in Blüten, namentlich in solche, deren Wärme zur Nachtzeit höher ist als die Atmosphäre der Umgebung (Campanula, die Compositen etc.). Es sind dies freilich nur kleinere Arten (kleine Fliegen, Cryptocephalus, Meligethes u. a.). Einen ganz vorzüglichen, warmen Schlupfwinkel bietet den Insekten die Spatha der *Araceen*, deren Blüten schon durch ihren penetranten Aasgeruch Aasfliegen und -käfer anlocken. In den grossen, violetten Spathen der Gattung *Dracunculus* kann man im Sommer eine ganze, bis in die Hunderte gehende Kollektion von verschiedenen Insekten antreffen, welche hier nicht nur Unterkunft, sondern auch Nahrung finden.

Die Insekten suchen in den Blüten sowohl Nektar als auch häufig Pollen, der ihnen zur Nahrung dient. Es gibt zahlreiche, von Insekten besuchte Pflanzenarten, welche keinen Nektar absondern, aber eine grosse Anzahl von Staubblättern mit reichlichem Pollen entwickeln: Papaver, Clematis, Hepatica, Adonis, Anemone, Helianthemum, Rosa u. s. w. Andere Blüten entwickeln auf dem Blütenboden oder Receptaculum drüsige Wälle und Emergenzen, welche von gewissen Insektenarten mit Vorliebe benagt werden (Portulaca, Leucojum) oder auch Höcker und Haare an den Staubblättern und Petalen (Verbascum, Tradescantia, Coelogyne). Manchmal erfolgt auch die Benagung und Anbohrung saftiger

Petala durch Insekten, welche ihr Gewebe aussaugen. Und gewiss auch noch andere Genüsse finden die Insekten in den Blüten, so dass das Leben der Insekten und Blüten in der Natur eng an einander gebunden ist, weshalb wir auch viele biologisch-morphologische Erscheinungen, von denen wir am Schlusse sprechen werden, begreifen lernen.

Kerner hat in einer, diesem Gegenstande gewidmeten Arbeit (Innsbruck 1879) auch darauf hingewiesen, dass die Blüten und Blütenstände mit den mannigfaltigsten Organen (Wimpern, Stacheln, Ringen, Haaren, Drüsen) ausgerüstet sind, welche unberufenen Gästen, die nur kommen wollten, um die Blüte zu benagen, ohne ihr aber Nutzen zu bringen, den Zutritt verwehren. Die Blüte sorgt gewissermassen dafür, dass der Besuch nur ein Privileg bestimmter Arten von nützlichen Insekten werde.

In neuerer Zeit wurde auch solchen Pflanzen Aufmerksamkeit gewidmet, welche in den Tropen von kleinen Vögeln, hauptsächlich von den Kolibris, bestäubt werden (Ornithophilie, siehe die Arbeiten von Volkens, Lagerheim, Johow und Fries). Am bekanntesten ist diese Erscheinung im heissen Amerika, wo die Bestäubung verschiedener Pflanzen, Sträucher, Bäume und Lianen durch die, in prachtvoll gefärbtem und wunderbar gestaltetem Gefieder prangenden Kolibris vermittelt wird. Fr. Müller hat in St. Catharina im Jahre 1870 zuerst die Tätigkeit dieser Vögelchen an verschiedenen Blüten beobachtet. Th. Belt hat diese Erscheinung in Nicaragua beschrieben, wo die Hauptrolle von der feurigroten Infloresceenz der Liane *Marcgravia* (S. 1020), deren Eimer den Kolibris süssen Saft bieten, gespielt wird. Auch die grossen, purpurnen Blüten der Gattung *Erythrina*, dann von *Norantea guianensis*, *Couroupita guianensis*, ja auch rote *Weigelien* werden von Kolibris mit Vorliebe besucht. Auch in dem tropischen Asien, in Australien und Afrika sind kleine Vögel — Angehörige der Meliphagiden und Nectariniden — bekannt, welche den Nektar, hauptsächlich aus grossen Blüten aufsaugen. Scott-Elliot beschreibt eine ganze Reihe südafrikanischer, ornithophiler Pflanzen aus der verschiedensten Verwandtschaft (Aloë, Iridaceen, Leguminosen, Erica, Protea u. s. w.). Die markanteste Art ist hier *Strelitzia reginae*, welche wir auch in unseren Glashäusern blühend antreffen. Von Neu-Seeland beschreibt Thomson als ornithophile Pflanzen: Clianthus puniceus, Fuchsia excorticata, Loranthus Colensoi, Phormium tenax. Die Blüten der Bananenplantagen (Musa) sind ebenfalls in den Tropen ein Rendezvousort der kleinen Honigvögel. In St. Catharina frisst ein Vogel unbekannten Namens gierig die weissen Petala der zu den Myrten zugehörigen *Feijoa Schenckiana*.

Alle erwähnten Autoren stimmen darin überein, dass die ornithophilen Pflanzen fast ausnahmslos feurig-rot gefärbte Blüten besitzen, ja Kerner behauptet sogar, dass eine grosse Menge der Pflanzen des tro-

pischen Amerikas nur deshalb purpurne Blüten hat, weil sie von Honigvögeln besucht werden. Dieser Zusammenhang ist gewiss bemerkenswert, man kann jedoch nicht zugeben, dass die tropischen Pflanzen ihren Blüten deshalb eine rote Färbung gegeben haben, weil diese Farbe den Vögeln gefällt. Eher könnte man dieses Zusammentreffen dahin auslegen, dass die rote Farbe unter den anderen Farben in die Ferne am meisten hervorsticht. Ebenso kann kein Zweifel darüber herrschen, dass in den Tropen viele Vögel die Blüten besuchen und deren Bestandteile abbeissen, ohne deren Bestäubung zu bewerkstelligen.

Wenn sich die Blüte durch den Pollen von seinen zuständigen Staubblättern befruchtet, so heisst dieser Vorgang Autogamie. Seit den Zeiten Darwins bis auf die heutigen Tage hat sich unter dem Einflusse der verschiedenartigen Literatur und einseitiger Studien gewissermassen die Ansicht eingebürgert, dass sich alle Blüten durch Kreuzung befruchten müssen, wenn sie zu fruchtbaren Samen ausreifen sollen. Eine Ausnahme von dieser Regel machen angeblich bloss die kleistogamen Blüten. Wir können diese Ansicht nicht gutheissen, denn wenn wir die Darlegungen bezüglich der entomophilen Bestäubung kontrollieren, so gelangen wir bald zu der Überzeugung, dass die Mehrzahl dieser Fälle die Möglichkeit, aber nicht die Notwendigkeit der Entomophilie zur Grundlage hat und dass in gleicher Weise bewiesen werden kann, dass sich dieselbe Pflanze auch durch den eigenen Pollen zu befruchten vermag. Ich selbst habe sehr oft in der Natur ähnliche Studien angestellt und staunte über die Oberflächlichkeit und den »Glauben« der Mehrzahl der Biologen. Allemal können wir leicht eine Fülle von Beispielen solcher Blüten finden, welche mit allen Charaktermerkmalen der Entomophilie (Nektar, Geruch, Mechanismus, Farbe der Krone) ausgezeichnet sind und dennoch sehen wir an der Einrichtung der Blüte die Möglichkeit der Autogamie. Im Sommer tritt bei uns manchmal auf die Dauer mehrerer Wochen kaltes, windiges oder regnerisches Wetter ein, während welcher Zeit die von der Kälte erstarrten Insekten sich in ihren Schlupfwinkeln verbergen und die Pflanzen nicht zu besuchen vermögen. Während einer solchen Periode blüht eine ganze Reihe von Pflanzen ab. Wir könnten also erwarten, dass man später überhaupt keine Früchte an den betreffenden Pflanzen finden wird. Aber dies ist nicht der Fall, wir bemerken ja keine Änderung. Dieselbe Beobachtung können wir an fremdländigen, in unseren Glashäusern kultivierten Pflanzen machen. Viele von ihnen zeigen einen entschieden entomophilen Charakter und sie bringen Früchte und keimfähige Samen, trotzdem Insekten keinen Zutritt in die Glashäuser hatten.

Ich war niemals ein besonderer Verehrer der entomophilen Lehre in ihrer gegenwärtigen Verallgemeinerung, wenngleich ich die entomophile Bedeutung einiger Vorrichtungen in den Blüten in ihrem vollen Umfange

anerkenne. Insbesondere sehe ich die Auseinandersetzungen über die entomophile Vorrichtung sämtlicher Organe in den Blüten, in der Form und Farbe der Krone als unrichtig und überspannt an, worüber wir noch am Ende dieses Kapitels sprechen werden. Die Idee der Entomophilie ist richtig, sie darf aber nicht verallgemeinert werden. Wer die phylogenetische Entwicklung der Blüte von verschiedenen Standpunkten aus beurteilt, wird zu der Erkenntnis gelangen und sich überzeugen, dass die jetzige Lehre von der Entomophilie grösstenteils trügerisch ist.

Es gereicht mir zu besonderer Befriedigung, dass eine grosse Anzahl von Botanikern, so z. B. Pax, Engler, Reiche, Goebel mehr oder weniger unserer Ansicht beipflichten. In den borealen Gegenden, wo die Vegetationsperiode nur einige Wochen dauert und wo es oft gar nicht möglich ist, dass infolge der Rauhheit der Witterung die Pflanzen von Insekten besucht werden, wo überhaupt nur wenig Insekten vorkommen, sehen wir, dass die Pflanzen — geradeso wie in gemässigteren Lagen — entomophil eingerichtete Blüten besitzen und sich dennoch grösstenteils und nur mit geringen Ausnahmen (Salix) autogam befruchten (Warming). Dort, wo die Früchte der grossen Kälte wegen nicht zur Reife gelangen, pflanzen sie sich durchweg durch vegetative Vermehrung fort (Nathorst).

Die vorzüglichsten Studien über die Autogamie der Blüten hat Kerner angestellt und deren Resultate dann in seinem Meisterwerke (»Das Pflanzenleben«) veröffentlicht. Kerner führt eine grosse Menge von Beispielen an, aus denen wir ersehen, dass auch Pflanzen, welche eine ausgesprochene Entomophilie zeigen, durch den eigenen Pollen bestäubt werden können, d. h. dass sie zugleich autogam sein können. Ja, aus der Darstellung Kerners sehen wir, dass auch proterandrische und proterogynische Arten in autogamer Weise bestäubt werden können. Gerade solche mechanische Vorrichtungen, wie sie die Pflanzen für die Entomophilie haben, finden wir in ihren Blüten auch für die Autogamie — und was hiebei am interessantesten ist — befinden sich beide diese Vorrichtungen in derselben Blüte. Die Blüte kann vorerst durch Insekten bestäubt werden, aber wenn dies nicht der Fall war, so tritt die Möglichkeit der Autogamie ein -- oder umgekehrt.

Wenn wir unsere eigenen Erfahrungen und die Beobachtungen Kerners zusammenfassen, so gelangen wir notwendigerweise zu der Erkenntnis, dass die Autogamie in der Pflanzenwelt weit mehr verbreitet ist, als die Entomophilie, welche nur sekundärer und erst aus neuerer Zeit datierender Zustand zu sein scheint. Über die phylogenetische Seite dieser eigentümlichen biologischen Erscheinung werden wir noch weiter unten sprechen. Soviel ist aber auf jeden Fall sicher, dass Allogamie und Autogamie eine gleich wichtige Rolle im Pflanzenreiche spielen. Kerner sagt hierüber: »Darin liegt eben das wunderbare in dem Baue der Blüten,

dass durch ihn zu verschiedenen Zeiten zweierlei, gewissermassen entgegengesetzte Ziele angestrebt sind: Kreuzung und Autogamie.«

Um die Sache einigermassen zu erläutern, werden wir aus Kerners Werk einige Beispiele anführen.

Die Cruciferenarten *Cochlearia groenlandica*, *Draba borealis*, *Draba verna*, *Hutchinsia alpina*, *Schievereckia podolica*, *Lepidium Draba* und *Alyssum calycinum* sind in borealen und südlichen Gegenden verbreitet; einige von ihnen sind bei uns als vulgäre Pflanzen bekannt. Sie alle vermehren sich intensiv durch Samen, ja die Mehrzahl von ihnen ist nur auf diese Vermehrung angewiesen, woraus ersichtlich ist, dass die geschlechtliche Kopulation hier eine notwendige Lebensbedingung ist. Von Insekten werden sie nur in unbedeutendem Masse aufgesucht. In der Blüte finden wir vier längere und zwei kürzere Staubblätter. Die Narben sind proterogyn. Die längeren Staubblätter sind zur Zeit ihrer vollkommenen Entwicklung mit dem Ende horizontal weggeneigt, ja selbst (wie bei Lepidium Draba) unter den Petalen verborgen, so dass die Insekten aus ihnen den Pollen nicht wegzutragen vermögen. Erst zu Ende des Aufblühens neigen sich die Staubblätter zu der Narbe hin, worauf deren Befruchtung durch den Pollen erfolgt. In den Blüten befinden sich durchweg Nektar absondernde Drüsen, welche von Insekten aufgesucht werden. Die Insekten können aber nur mit den kürzeren Staubblättern in Berührung kommen und so eine gekreuzte Befruchtung bewirken.

Unsere schöne Waldpflanze mit grossen, rötlichen Blüten, *Epilobium angustifolium* hat bedeutend proterandrische Staubblätter. Wenn sich die Narbenarme zu öffnen beginnen, sind die Staubblätter weit voneinander abstehend, so dass die Autogamie unmöglich ist. Da können die, die Blüten besuchenden Hummeln den von anderen Blüten herbeigebrachten Pollen an den Armen der Narben abstreifen. Wenn dies nicht geschieht, so bestäuben sie sich durch den Pollen der eigenen Staubblätter dadurch, dass sich die Narbenarme zuletzt kreisförmig zurückbiegen und die Antheren sich ihnen nähern.

Pedicularis incarnata hat eine zweilippige Krone, deren Oberlippe eine röhrenförmig-geschnäbelte Gestalt hat. Die kopfige Narbe an einem langen, dünnen Griffel ragt aus dem Schnabel heraus. Der Schnabel ist zu dieser Zeit in einer schiefen Lage, indem er mit seiner Röhre einen stumpfen Winkel bildet. In diesem Stadium übertragen die Hummeln den Blütenstaub von anderen Blüten und bestäuben die hervorstehende Narbe. Zu Ende der Blütezeit beugt sich der Schnabel derart hinab, dass er senkrecht herunter ragt, indem er mit der Röhre einen geraden Winkel bildet. Da werden nun die Antheren frei und der staubförmige Pollen fällt durch die Öffnung des Schnabels heraus auf die Narbe, welche autogam befruchtet wird, falls die entomophile Befruchtung nicht etwa schon vorangegangen wäre.

Eine ähnliche Vorrichtung finden wir auch an den ansehnlichen Blüten von *Monesis grandiflora*, welche im Anfange des Aufblühens vollkommen herabhängend und zur Bestäubung durch Insekten vorbereitet sind. Später richten sie sich in eine schiefe Lage auf, so dass der Pollen aus den Antheren auf die Narbe herausfallen und eine autogame Befruchtung bewirken kann.

Gewissermassen eine höhere Stufe der Autogamie stellt uns die sogenannte Kleistogamie dar. An vielen Pflanzen findet man nämlich neben den normalen noch regelmässig kleinere Blüten mit kleinerem Kelche und unentwickelter oder verkümmerter Krone vor, welche sich nicht einmal öffnet und das Andröceum und Gynöceum einhüllt. Die Antheren neigen sich über die Narbe zusammen und lassen den Pollen nicht heraus, da derselbe schon in den Antherentheken aufkeimt und die Pollenschläuche direkt in die Narbe eindringen. Manchmal geschieht es auch, dass sich nicht einmal die Antheren öffnen und dass die Pollenschläuche die Wände der Antheren durchbohren und in die Narbe hineindringen (Tephrosia heterantha, Viola mirabilis).

Wir unterscheiden mehrere Kategorien von kleistogamen Blüten. So z. B. schliessen sich die Blüten und erfolgt deren autogame Bestäubung nur beim Mangel an Licht (so bei einigen Arten der Gattung *Oxalis*), oder wenn sie durch plötzlich gestiegenes Wasser untergetaucht werden (*Heteranthera*, *Ranunculus aquatilis*), oder wenn kühles Wetter eintritt (*Oxalis*). Goebel macht auch darauf aufmerksam, dass kleistogame Blüten sich an schlecht genährten Pflanzen (*Impatiens noli tangere*) entwickeln. Wir haben schliesslich auch unechte kleistogame Blüten. *Stellaria media* z. B. hat zweierlei Blüten, solche mit ausgebildeten und andere mit verkümmerten oder abortierten Kronen. Die letzteren bestäuben sich autogam, schliessen sich aber bei der Bestäubung nicht. Dieses Bestreben, die Petala zu verlieren, ist übrigens schon bei vielen Alsineen als konstantes Merkmal ausgebildet: *Sagina procumbens, S. apetala. Viola arvensis* entwickelt manchmal Blüten mit verkümmerten Petalen, welche noch nicht kleistogam sind (Zederbauer, Oest. bot. Z. 1904). Etwas ähnliches kommt bei *Collomia* vor. Die Blüten von *Drosera rotundifolia* weisen Übergänge zwischen der Autogamie und Kleistogamie auf.

Um den Charakter der kleistogamen Blüten näher kennen zu lernen, wollen wir unsere Aufmerksamkeit zwei der gewöhnlichsten Beispiele an den Arten *Viola hirta* (Fig. 627) und *Lamium amplexicaule* zuwenden. Zeitig im Frühjahre wachsen aus dem kurzen Wurzelstock des genannten Veilchens langgestielte, mit einer grossen, violetten Krone geschmückte Blüten heraus, welche vollkommen entwickelte Staubblätter und einen Fruchtknoten enthalten. Wenn diese Blüten welk geworden sind und vertrocknen, so beginnen sich an dem Rhizome zwischen den Blättern kurzgestielte, grüne, winzige Blüten zu bilden, welche bloss unbedeutende,



Fig. 627. **Viola hirta** L., Fruchtstadium im August, in natürlicher Grösse; *a*) kleistogame Blüten, *b*) reifende Kapseln, *c*) vertrocknete Frühlingsblüte; 1) vergrösserte kleistogame Blüte, *p*) Krone, *k*) Kelch, *α*) Vorblatt; 2) dieselbe nach der Wegnahme des Kelchs. (Original.)

zusammengeneigte, äusserlich in einen grünen Kelch eingehüllte Petala haben. Das, in die Mediane fallende Petalum entwickelt nicht einmal einen Sporn. Wenn der Fruchtknoten aufzuwachsen beginnt, zu welcher Zeit sich die Blütenstiele herunterbiegen, sitzen die Petalen und Staubblätter wie eine kleine Mütze auf der Narbe. Aus diesen Blüten reifen grosse Kapseln mit zahlreichen Samen, welche sich an hängenden Stielen fast auf der Erde hinstrecken.

Lamium amplexicaule ist eine einjährige Pflanze, welche vom Frühjahre an bis in den Herbst überall auf den Äckern wächst. Namentlich im Frühlinge, aber auch in den Sommermonaten kommen Exemplare mit kleinen Blüten zum Vorschein, deren Kronen sich nicht öffnen und eine kleine, rote Kugel im Inneren des Kelchs bilden. In dieser Kugel sind die Staubblätter zusammengekrümmt. Das sind die kleistogamen Blüten. Im Sommer zeigen sich aber Individuen, welche grosse, purpurne, lang-röhrige, offene Kronen*) tragen, die mit Hilfe von Insekten bestäubt werden.

Kleistogame Blüten tragender Pflanzen gibt es eine beträchtliche Anzahl und nennen wir hier folgende: Commelina benghalensis, Stellaria rupestris, Euryale ferox, Tephrosia heterantha, Oxalis Acetosella, Campanula uniflora, C. incanescens, Lindernia Pyxidaria, Arten der Gattung Linaria, Viola, Scrophularia, Lythrum, Specularia, Orobanche, Ruellia clandestina, Lathraea Squamaria, Loasa triloba, Aldrovandia vesiculosa, Vicia angustifolia, Lathyrus amphicarpus, Orobus setifolius.

Die Erforschung der Ursachen der Kleistogamie ist ein Problem, mit dessen Lösung sich die Botaniker schon wiederholt beschäftigt haben. Diese Erscheinung ist deshalb bemerkenswert, weil sie der allgemeinen Tendenz der Pflanzen, zu gekreuzter Kopulation zu gelangen, zuwiderläuft. Es lässt sich nicht leugnen, dass die Autogamie gewissermassen ein vorläufiges Stadium der Kleistogamie ist und bei Drosera kann man Übergänge zwischen beiden beobachten. Wenn wir verschiedene kleistogame Pflanzen vergleichen, so gelangen wir zu der Erkenntnis, dass hier die Ursachen der Kleistogamie verschieden sind. Den Beobachtungen Urbans zufolge blüht *Lindernia Pyxidaria* in Mitteleuropa zumeist bloss kleistogam, im Mittelmeergebiete meistenteils chasmogam und in Ostindien ausschliesslich chasmogam. In diesem Falle wäre also ein kaltes und rauhes Klima Ursache der Kleistogamie. Auch *Lamium amplexicaule* hat vielleicht seine kleistogamen Blüten deshalb entwickelt, weil es zeitig im Frühjahre, wo noch ein kaltes Wetter herrscht, in die Blüte kommt. Aber es ist nicht unmöglich, dass auch trockenes Wetter auf diese Pflanze in derselben Weise einwirkt, denn ich habe bemerkt, dass zur heissesten Jahreszeit, im Juli, auf Äckern sich nur kleistogame Blüten entwickelten.

Tephrosia heterantha wächst auf lockerem Sandboden Argentiniens, welcher häufig überschwemmt oder vom Winde vertragen wird, wobei auch die Blüten im Sande verschüttet werden, so dass sie genötigt sind, eine kleistogame Kopulation vorzunehmen.

In anderen Fällen kann Mangel an Licht und können noch andere Umstände zur Kleistogamie Anlass geben.

Sehr bemerkenswerte Blüten entwickeln verschiedene Arten der Gattung *Viola*. Die zeitig im Frühjahre blühenden (V. collina, odorata,

*) Normale Blüten mit offener und entwickelter Krone oder Perigonhülle nennt man chasmogam.

cyanea, hirta, mirabilis) haben ansehnliche Kronblattblüten mit Nektar und vielfach auch von starkem Geruche — also ausgesprochen entomophile Blüten. Sie werden auch tatsächlich von Insekten (Hummeln, Bienen und Schmetterlingen) fleissig besucht. Trotz diesen Umständen aber entwickeln sich aus diesen Blüten keine samentragende Fruchtkapseln. Erst die späteren kleistogamen Blüten, welche fast den ganzen Sommer über zur Entwicklung gelangen, reifen zu Kapseln heran (Fig. 627). Man muss aber hier einige Variationen unterscheiden. So reift die, auch schon im April aufblühende *Viola palustris* aus chasmogamen Blüten zu vollkommenen Kapseln, hernach aber den ganzen Sommer über entwickelt sie lauter kleistogame und gleichfalls fruktifizierende Blüten. *Viola odorata* bildet den ganzen Sommer hindurch bis in den Herbst, und zwar nicht nur aus dem Hauptrhizom, sondern auch aus den kriechenden Ausläufern kleistogame Blüten. Ich selbst habe aber öfter beobachtet, dass auch aus den chasmogamen Frühlingsblüten samentragende Kapseln entstanden sind. Dass dies nicht immer kleistogame Kronblattblüten sein müssen, wie manche behaupten, sondern dass es sich da um tatsächlich durch Kreuzung und Insekten befruchtete Blüten handelt, geht daraus hervor, dass verhältnismässig häufig der Bastard *Viola odorata* × *hirta* vorkommt. *Viola silvatica* und *V. elatior* reifen durchweg aus chasmogamen Blüten, welche im Mai und Juni zur Entwicklung gelangen. Im Juli und August aber bilden sich weiterhin nur lauter kleistogame und gleichfalls fruktifizierende Blüten, welche manchmal auch eine kleine, farbige Krone zeigen.

Dass also die Veilchen kleistogame, fruktifizierende Blüten besitzen, ist im Hinblicke auf die oben angeführten anderen Beispiele kleistogamer Blüten nichts besonderes. Eigentümlich ist bloss das, warum sich aus den chasmogamen Frühlingsblüten (V. odorata, hirta etc.) keine Früchte entwickeln, da sie doch dazu die volle Eignung haben. Mit Recht könnten wir erwarten, dass, wenn sie immer steril bleiben und daher für die Pflanze überflüssig sind, verkümmern und verschwinden sollten. Ihre Sterilität wird gewöhnlich durch den Umstand erklärt, dass sie im zeitigen Frühjahre blühen, so dass sie häufig vom Froste vernichtet zu werden pflegen, was vorzüglich von der frühesten Art *V. collina* gilt. Es ist auch möglich, dass der Brennpunkt, in welchem diese Arten sich entwickelt haben, einst bedeutend nördlicher lag, als heute und dass sie in jenen Gegenden regelmässig im Frühjahre erfroren. Diese Eigenschaft mag dann erblich geworden sein und äussert sich jetzt an ihnen auch in Gegenden, die ihrer Entwicklung viel günstiger und in die sie später ausgewandert sind. Unsere Anschauung wird da durch zwei Umstände unterstützt: 1. dadurch, dass die Sommerarten der Veilchen faktisch aus chasmogamen Blüten fruktifizieren, 2. dadurch, dass *Viola alba*, welche der *V. odorata* nahe verwandt ist und durchweg aus chasmogamen Frühjahrsblüten fruktifiziert, ihre Heimat im südlicheren, wärmeren Teile Europas hat.

Dass im Verlaufe der Zeiten die chasmogamen Blüten der *Viola hirta* u. a. nicht verkümmerten, kann man sich beiläufig so auslegen, dass der zum Aufbau der Krone und ganzen Blüte erforderliche Stoff von der Pflanze in den warmen Sommermonaten erzeugt und aus diesem Stoffe im Frühjahre einfach die Blüte ohne Rücksicht auf die rauhe Witterung hergestellt wird. Dem entspricht auch der Umstand, dass diese Blüten schon im Herbste in den Blattachseln als kleine Knospen angelegt sind.

Eine besondere Kategorie der kleistogamen Blüten bildet die sogenannte A m p h i k a r p i e. Die amphikarpen Pflanzen entwickeln z w e i e r l e i B l ü t e n zu g l e i c h e r Z e i t; die einen sind klein, kleistogam, die anderen häufig gross und chasmogam. Die ersteren versenken sich gleich am Beginne ihrer Entwicklung in die Erde, wo sie zu Früchten heranreifen, welche sich in Gestalt u. Grösse von jenen Früchten unterscheiden, die sich aus den Blüten der oberirdischen Teile entwickelt haben. Am besten werden uns diesen Gegenstand folgende zwei Beispiele erläutern.



Fig. 628. **Cardamine chenopodiifolia** Pers. in natürlicher Grösse; 1—5) unterirdische kleistogame Blüten, *m*, *n*) oberirdische Seitenäste aus den Blattachseln (*a*, *b*), welche mit der Blütentraube endigen, *k*) Hauptwurzel, *c*, *d*) oberirdische und unterirdische Frucht. (Original.)

Die brasilianische einjährige *Cardamine chenopodiifolia* (Fig. 628) besitzt eine grundständige Blattrosette und endigt mit einer terminalen, sehr verkürzten, aus kleinen kleistogamen, kronenlosen Blüten mit einem unbedeutenden, geschlossenen Kelch gebildeten Blütentraube. Die Stiele dieser

Blüten verlängern sich alsbald und biegen sich zur Erde hinab, bis sie sich in dieselbe hineinversenken und hier zu elliptischen, zweisamigen Schoten ausreifen. Aus den Achseln der grundständigen Blätter wachsen aber auch senkrechte, beblätterte Zweige, welche die Stengel nachahmen und in eine Traube kleiner Blüten auslaufen, die zu lang-linealen, grösstenteils achtsamigen Schoten ausreifen.

Noch sonderbarer sind diese Verhältnisse bei der nordamerikanischen Pflanze *Amphicarpa monoica* Ell. (Papilionac. — Fig. 629). Ihre Stengel sind auf die Art wie bei der Fisole, deren Blättern sie auch ähnlich ist, hoch hinauf windend und tragen in der oberen Partie langgestielte Trauben kleiner, chasmogamer Blüten. Diese Blüten haben vollkommen entwickelte, blassviolette Kronen und sind zu entomophiler Bestäubung bestimmt. Aus diesen Blüten entwickeln sich grosse, länglich-lanzettförmige, zusammengedrückte Hülsen. An der unteren Stengelpartie wachsen bis 1 *m* lange, fadenförmige, blattlose, nur mit kleinen Schuppen besetzte, verzweigte Ausläufer, aus deren Verzweigungen sich fadenförmige Blütentrauben entwickeln, welche hinter den Schuppen kleine, kleistogame Blüten tragen. Diese Zweige sind ebenso wie die Trauben positiv-geotrop, immer dem Boden hinzugewendet, in welchen sie eindringen und wo sie tief unter der Oberfläche desselben Blüten und Früchte entwickeln. Diese unterirdischen Früchte haben aber eine ganz andere Form als die oberirdischen, sie sind rundlich-linsenförmig, viel kleiner und zumeist einsamig.

Ähnlich verhält sich die südeuropäische *Vicia amphicarpa* Dorth.

Die Ausbildung und das Reifwerden von Früchten unter der Erde (die Geokarpie) ist übrigens auch noch in zahlreichen anderen Gattungen der Leguminosen verbreitet, oft auch in der Form, dass vollkommen chasmogame Blüten nach der Bestäubung ihre Stiele in die Erde versenken. Am bekanntesten ist in dieser Beziehung gewiss die tropische Kulturpflanze *Arachis hypogaea*. Andere Beispiele haben wir an *Trifolium subterraneum*, *Voandzeia subterranea* u. a. Die gemeinen Arten *Vicia angustifolia* (Ascherson) und *Lathyrus sativus* bilden sogar besondere amphikarpische Varietäten aus.

Sehr interessante kleistogame Verhältnisse finden wir in der Familie der Gräser (Gramineae). Hier ist die Kleistogamie dadurch bemerkenswert, dass alle Gräser anemophil und ohne besonderes Perigon sind. Die Kleistogamie der Gräser wurde zuerst an Getreidearten beobachtet und zwar schon vor langer Zeit. Bock beschreibt schon im Jahre 1539 kleistogame Gerste, Linné erwähnt die geschlossenen Blüten dieser Getreideart (1749) und von *Panicum clandestinum* (1753), Schreber (1769) führt an, dass kleistogame Blüten bei *Leersia oryzoides* vorkommen. In neuerer Zeit hat sich eine grössere Anzahl von Botanikern mit diesem Gegenstande beschäftigt und gewöhnlich werden von ihnen derartige kleistogame Formen als Varietäten beschrieben Koernicke (1885) be-

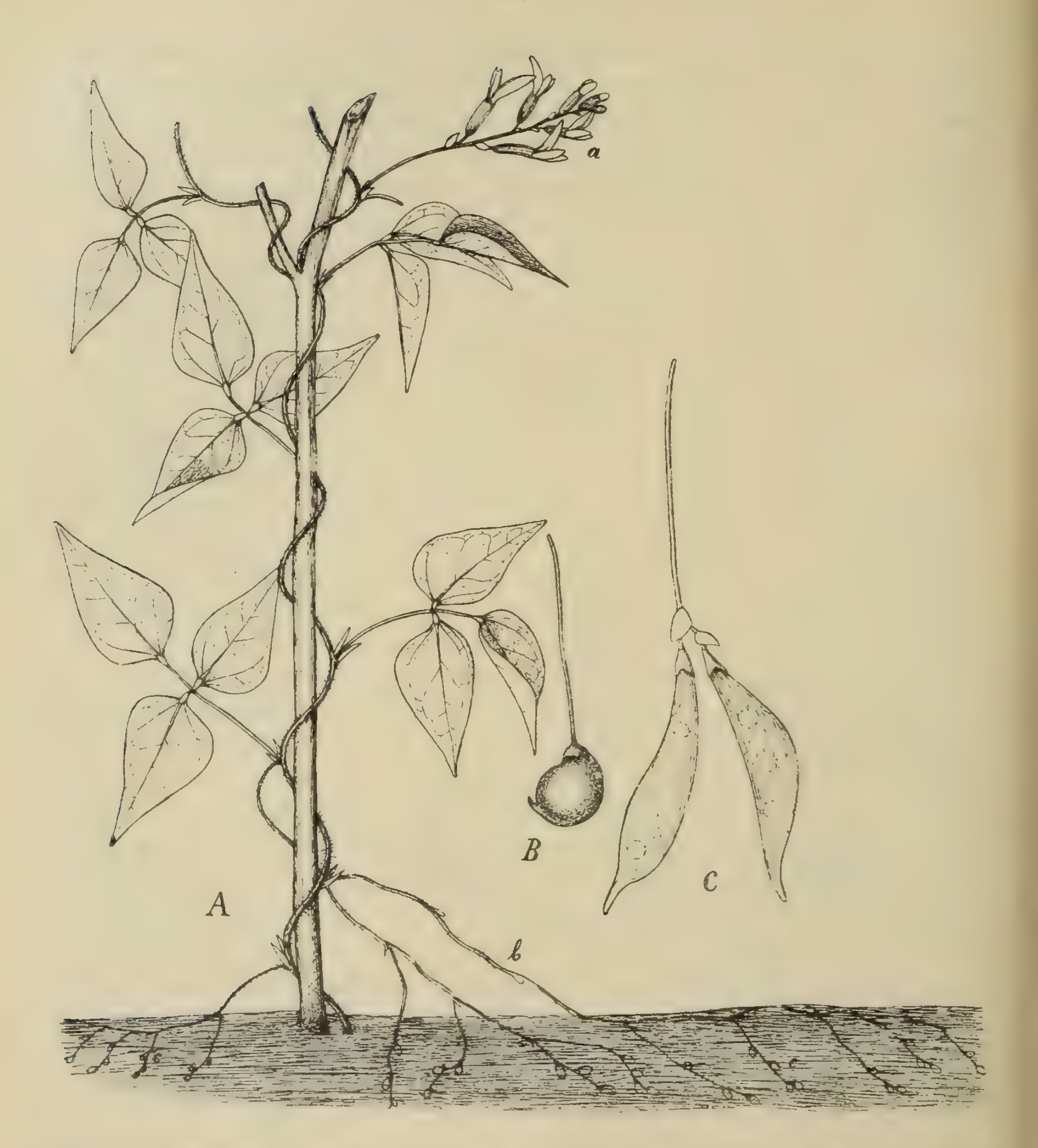


Fig. 629. **Amphicarpa monoica** Ell. *A*) Habitusbild, verkleinert, *a*) oberirdische Blütentrauben, *b*) dünne Ausläufer unter die Erde eindringend und kleistogame Blüten (*c*) entwickelnd. *B*) Unterirdische, *C*) oberirdische Frucht. (Original.)

handelt in einer besonderen Arbeit die Getreidearten und über die Kleistogamie aller Gräser überhaupt hat der Monograph der Gramineen Hackel im Jahre 1906 eine sehr schöne Abhandlung veröffentlicht. Derselbe führt 67 Arten kleistogamer Gräser an.

Den Charakter der kleistogamen Gramineen können wir am besten an den Kulturformen des Hafers (*Avena sativa*) und der Gerste (*Hordeum sativum*) untersuchen. Der Roggen (Secale cereale) und der Weizen (Tri-

ticum sativum) haben immer nur chasmogame Blüten. Die kleistogame Blüte des Hafers hat stets die Deck- und Vorspelze ganz geschlossen, so dass die Narben und Staubblätter aus ihnen nicht hervortreten. Die Staubblätter und Antheren sind verkürzt, indem sie nur in die Höhe der Narbe reichen, an welch letztere sie sich eng anschmiegen, damit die Pollenkörner in den engsten Kontakt mit jenem Narbenteil kommen, auf den sie fallen. Der Pollenkörner gibt es weniger, als in chasmogamen Blüten.

Bei der Gerste sind die Staubblätter und Narben in der geschlossenen Blüte schon vollkommen ausgebildet, wenn die ganze Ähre noch in der letzten Blattscheide eingeschlossen ist, wo auch die Befruchtung vollzogen wird. Wenn die Ähre aus der Scheide heraustritt, so ist sie bereits befruchtet und die Caryopse ziemlich herangewachsen. Hier haben wir also eigentlich eine zweifache Kleistogamie, denn die Blüte wird zuerst von der Deck- und Vorspelze und dann noch von der Scheide eingehüllt. Es geschieht auch bei anderen Gattungen, dass der ganze Blütenstand in die Blattscheide eingehüllt ist, aus der sie gar nicht einmal heraustritt (Leersia, Triodia, Stipa u. a.). Bei vielen Danthonien besorgen diese zweite Einhüllung grosse Hüllspelzen.

Ein besonderes Merkmal der Gramineenkleistogamie ist die Verkümmerung der Lodiculae, was begreiflich ist, da sie in der Blüte zwecklos werden.

Hackel unterscheidet mehrere Kategorien der Kleistogamie bei den Gräsern: 1. Die fakultative Kleistogamie, wenn nur manchmal und einige Blüten einzelner Individuen sich nicht öffnen und auch alle Blütenteile normal entwickelt sind. Das ist unserer Ansicht nach eigentlich eine Autogamie, welche eintritt, wenn die Blüten infolge ungünstigen Wetters nicht durch den Wind bestäubt worden sind. Manchmal geschieht dies nur in gewissen Gegenden. So ist z. B. *Stipa pennata* in manchen Gegenden nur chasmogam, in anderen kleistogam. *Stipa Tirsa* Stev. ist in Böhmen fast immer kleistogam. 2. Dimorphe Arten, von denen eine Rasse stets chasmogam, die andere kleistogam ist und beide Rassen sich auch durch einige charakteristische Merkmale unterscheiden. Beide bewohnen manchmal verschiedene Gegenden (Sporobolus cryptandrus A. G., Triodia decumbens Beauv., Danthonia californica Bol., Uniola latifolia L.). Diese Arten erinnern an jene Gräser, welche sich in blühende und zwiebeltragende differenzierten (Poa bulbosa u. a. S. 708). 3. Amphigame Arten, deren Individuen chasmo- und kleistogame Blüten hervorbringen, aber die ersteren in einer terminalen, freien, die letzteren in einer lateralen und in einer Blattscheide eingeschlossenen Infloreseenz. Charakteristische Beispiele bieten uns in dieser Beziehung das bekannte *Panicum clandestinum* und die bei uns an Wasserufern wachsende *Leersia oryzoides*.

Allem nach zu schliessen, scheint es, dass die Kleistogamie bei den Gräsern eine sehr verbreitete Erscheinung ist und dass sich durch eine sorgfältige Beobachtung und Vergleichung an verschiedenen Standorten und in verschiedenen Gegenden die Ursachen ihrer Entstehung konstatieren liessen. Einen grossen Einfluss dürften hier wohl das Klima, die Lage und das Substrat des Standorts haben. So z. B. blüht die oben schon genannte *Leersia oryzoides* erst im Spätherbst und ist es wahrscheinlich, dass sie sich in rauheren und regenreichen Lagen deshalb kleistogam entwickelt. Die Ursache davon, dass einige kultivierte Getreidearten sich kleistogam entwickelten, könnten wir darin suchen, dass durch ausgiebige Ernährung die Deckspelzen sich stark ausbildeten, so dass die unbedeutenden Lodiculae sie nicht zu öffnen vermochten. Dies würde durch das Faktum erhärtet sein, dass die verwandten wildwachsenden Arten in der Natur durchweg chasmogam sind. Auch die geographische Verbreitung der Gräserkleistogamie ist interessant und gewiss im Zusammenhange mit den Ursachen ihrer Entstehung. Sehr häufig ist sie im gemässigten Teile Nordamerikas und auch im gemässigten Europa und Asien, selten dagegen in der tropischen Zone; sonderbarerweise fehlt sie gänzlich im aussertropischen Südafrika, wo die Gräser so stark vertreten sind. Die Gruppe der Bambuseae hat nicht einen einzigen Vertreter der Kleistogamie.

Wenn wir die moderne botanische Literatur überblicken, so können wir überall einen Gedankenbau verfolgen, der auf folgenden Grundlagen beruht:

1. Die Phanerogamen sind genötigt, sich einzig und allein nur durch Allogamie zu kopulieren oder sie geben wenigstens der Allogamie den Vorzug vor der Autogamie, woraus ihre in die Zukunft gerichtete Tendenz resultiert, durchweg allogam zu werden.

2. Die Vorfahren der jetzt lebenden Angiospermen waren alle monoklin.

3. Die Phanerogamen bestäuben sich entweder durch den Wind oder durch Insekten oder sie sind kleistogam.

4. Die anemophilen Pflanzen haben keine farbigen Blumenkronen (Perigone), auch keinen Nektar und sind geruchlos.

5. Die entomophilen Pflanzen haben eine farbige und schön geformte Blumenkrone, verbreiten Gerüche und sondern Nektar ab, um die Insekten, welche sie bestäuben müssen, anzulocken.

Daraus folgt der Schluss, dass alle die genannten Vorkehrungen von der Pflanze zweckentsprechend bloss zur Anlockung der Insekten getroffen worden sind.

Wir gehören nicht zu denjenigen, welche ohne alle Erwägung diese Lehrsätze als Axiome akzeptieren, sondern sprechen bezüglich der Richtigkeit derselben in vielen Punkten gewichtige Bedenken aus.

Im folgenden werden wir diese Sätze eingehend und sachlich durchnehmen, um uns ein selbständiges Endurteil über diese Sache bilden zu können.

Dass die rezenten Angiospermen in der Mehrzahl allogam bestäubt werden, ist nicht wahr. Wir werden nicht fehl gehen, wenn wir im Widerspiel hiezu sagen, dass $^9/_{10}$ von allen die Möglichkeit besitzen, sich autogam zu bestäuben (wobei wir die Kleistogamie einbeziehen). Auch dort, wo wir die Dichogamie, Heterostylie und Anemophilie vorfinden, ist die Autogamie möglich, wie Kerner (S. 1068) bewiesen hat. Bei den anemophilen Pflanzen (Gramineen, Cyperaceen u. a.) kann in einigen Fällen Autogamie eintreten, da der Pollen lang ausdauert und immerhin auf die eigenen Narben übertragen werden kann. Ebenso haben wir aus Kerners Beobachtungen erkannt, dass die entomophilen Arten gleichzeitig Vorrichtungen für die Autogamie besitzen. Wir müssen daher den Schluss ziehen, dass die rezenten Angiospermen der grossen Mehrzahl nach autogam sind und dass nur einige von ihnen notwendigerweise infolge der Diklinie oder ihres entomophilen Baus allogam sind.

Es ist eine festgestellte Tatsache, dass sämtliche Gymnospermen diklin sind*), was teils durch die Phylogenesis — da wir schon bei den heterosporen Gefässkryptogamen Diklinie oder wenigstens Neigung zu derselben vorfinden — teils dadurch, dass sie zur Bestäubung durch den Wind eingerichtet sind, wieder in ähnlicher Weise, wie bei den höheren Kryptogamen, erklärt werden kann. Deshalb ist die angedeutete Monoklinie bei der Gattung *Welwitschia* kein Relikt der Monoklinie, sondern im Gegenteil ein Anlauf zu künftiger Monoklinie. Schon an den ersten Kreideangiospermen sehen wir, dass bei ihnen allgemein Monoklinie entwickelt ist. Aus diesen Umständen kann geschlossen werden (Lecoq, Delpino), dass auch die Angiospermen ursprünglich diklin waren, aber was für eine Form sie hatten, wissen wir nicht. Die Monoklinie der Angiospermen ist, allem nach zu schliessen, jüngeren Ursprungs und entstand wahrscheinlich wohl zu der Zeit, als sich grosse und stabile Kontinente mit terrestrer Flora bildeten. Solange, als ein feuchtes und bewölktes Klima herrschte, bestäubten sich die Phanerogamen durch den Wind, so, wie die Sigillarien, Lepidodendra und Calamiten des Karbons. Als aber ein terrestres, fortwährenden Veränderungen unterliegendes und zeitweise sehr rauhes Klima eintrat, waren die Angiospermen genötigt, Hüllen zu bilden, um einen Schutz vor den Einflüssen dieser ungünstigen klimatischen Verhältnisse zu haben. Durch diese Hüllen waren sie nun gut geschützt, aber dadurch wurde der Zutritt des Pollens durch den Wind unmöglich gemacht; deshalb

* Hiebei nehmen wir die fossilen *Benettitaceen* S. 743 aus, deren männliche Sporophylle unterhalb der weiblichen Blüte keine Staubblätter bilden, sondern bloss Sporenblätter, ebenso wie die weiblichen Fruchtblätter der Gattung Cycas keine geschlossene Blüte darstellen.

versahen sich die Blüten mit beiden Geschlechtern, um auch diesem ungünstigen Umstande zu widerstehen.

Für die Richtigkeit dieser Theorie spricht das hohe Alter der diklinen Angiospermen: der Cupuliferen, Betulaceen, Juglandaceen, Artocarpaeen, dann von Populus, Platanus, Pandanus, Casuarina usw. Davon legt auch ihr Vorkommen schon in der Kreide, ihre isolierte systematische Stellung, ihr holziger Wuchs, die Anemophilie, Abwesenheit von Perigonen, grosse morphologische Differenzierung in den Blüten und Inflorescenzen beiderlei Geschlechts Zeugnis ab.

Wenn in den rezenten und modernen Familien der Angiospermen Diklinie vorkommt, so ist das erst ein neuerer Zustand, was wir daraus ersehen, dass wir in den Blüten Rudimente des anderen Geschlechts finden, dass beide Blüten sehr ähnlich sind und dass die ganze grosse Verwandtschaft durchweg monoklin vorkommt. So haben wir auch einige dikline Gattungen in den monoklinen Familien der Rosaceen, Compositen, Umbelliferen, Labiaten und Liliaceen. Wir können also die Beobachtung machen, dass die rezenten, monoklinen Angiospermen das Bestreben haben, zur Diklinie zurückzukehren. Dies geschieht wohl dann, wenn die Pflanze die Möglichkeit oder Sicherstellung der Bestäubung durch einen anderen Faktor, z. B. durch Insekten erlangt hat.

Mit der Frage der Entstehung der Monoklinie bei den rezenten Angiospermen hängt die Entwicklung der farbigen und schönen Blumenkrone, der Nektarien und entomophilen Mechanismen zusammen. Dass die Färbung der Blumenkrone und Perigone bloss der Anlockung der Insekten dienlich sei, ist fast schon ein eingelebtes Dogma geworden. Und dennoch ist diese Ansicht durchaus unrichtig. Man sagt, dass die Blüten mit farbiger Blumenkrone oder einem solchen Perigon oder farbige Infloreszenzen immer mit dem Vorhandensein von Nektarien zusammenhängen. Das ist nicht wahr. Wir kennen viele farbige Blüten und Infloreszenzen, welche keine Nektarien haben und sich autogam oder durch den Wind bestäuben. Wenn die Insekten den Pollen dieser Blüten als Nahrungsmittel sammeln, so können wir daraus noch nicht den Schluss ziehen, dass sie durch die Farbe des Perigons angelockt werden, eher könnte man sagen, dass diese Insekten durch das Fortschleppen des Pollens der Pflanze schaden. Hieher würden die Gattungen *Anemone*, *Hepatica*, *Pulsatilla*, *Adonis* usw. gehören. *Kalmia* besitzt schöne Blumenkronen, aber von Insekten werden sie nicht besucht. Die Bestäubung erfolgt hier durch den Wind. Zahlreiche Gattungen der *Amarantaceen* (Trichinium exaltatum, T. Manglesii, Celosia, Dipteranthemum Crosslandii, Gomphrena macrocephala) weisen ein schön gefärbtes Perigon auf, ja manchmal prangt die ganze Inflorescenz in den feurigsten Farben und doch enthalten sie keine Nektarien, haben keinen Geruch, auch werden sie von Insekten nicht besucht und sind dieselben deshalb auf die Windbestäubung angewiesen. Ja viele von ihnen sind durch grobe Haare und

Stacheln sogar vor dem Besuch der Insekten geschützt. Die weibliche Inflorescenz der Gattung *Acalypha* prangt bei einigen Arten in leuchtendroter Farbe (die Narben) und dennoch kann hier von Entomophilie keine Rede sein. *Pirola rotundifolia* besitzt schöne, ansehnliche und wohlriechende Blüten, aber keine Nektarien und wird dieselbe infolgedessen von Insekten nicht besucht. Hingegen zeigt die *P. secunda* nicht duftende, mit grünen und unauffallenden Corollen versehene Blüten, welche jedoch hypogyne Honigdrüsen enthalten, infolgedessen dieselben von Insekten reichlich aufgesucht werden. Die notorisch anemophile Cyperacee *Rhynchospora rigida* Kth. (Paraná) hat unterhalb des Ährchenköpfchens ein Involucrum, welches aus papierartigen, reinweissen, ein farbiges Perigon nachahmenden Hochblättern zusammengesetzt ist. Ähnlich verhält sich die verwandte *Dichronema colorata* L. Die Gräser besitzen zwar kein farbiges Perigon, auffallend ist jedoch, dass viele derselben durch rote, violette, schwärzliche Farbe der Hüll- und Deckspelzen und besonders durch die lebhaft gefärbte Antheren ausgezeichnet sind. Die weibliche Inflorescenz der Gattung *Casuarina* bildet einen purpurnen Schopf von Narben auf die Art, wie die Gattung Callistemon — und dennoch kann man hier nicht von Insekten sprechen. Die weiblichen Blüten der *Larix decidua* und *Picea excelsa* sind schön rot gefärbt, obzwar sie nicht zur Anlockung von Insekten bestimmt sind. S t a h l sagt zwar, dass diese rote Färbung den Zweck hat, die Erhöhung der Temperatur in den betreffenden Organen zur zeitigen, frostigen Frühjahrszeit herbeizuführen. Diese Erklärung passt vielleicht für die rote Blattfärbung in den Frühjahrsknospen der Gattung Rheum u. a. oder der Kätzchen der Gattung Alnus usw., aber für die genannten Koniferen passt sie nicht, denn Picea excelsa blüht erst zu Ende Mai, wo kein Frostwetter mehr herrscht und Larix decidua trägt in vielen Gegenden bloss weisse weibliche Blüten, welche demzufolge alle erfrieren müssten.

Es wird weiter behauptet, dass die insektenfressenden Blätter der Gattungen *Sarracenia*, *Nepenthes* und *Cephalotus* ebenfalls kronblattartig gefärbt sind, um die Insekten anzulocken -- also ähnlich, wie bei den farbigen Blumenkronen. Diese Blätter sondern aber ebenfalls Nektar ab und eigentümlich ist hier der Umstand, dass häufig dort, wo die Ausscheidung des Nektarsafts stattfindet, die Umgebung verschiedenartig lebhaft gefärbt erscheint. Bei den genannten insektenfressenden Pflanzen wird in das Gewebe der organische Insektenstoff aufgenommen, was gleichfalls e i n e F o l g e der Färbung jener Apparate sein kann. Wir wissen, dass alle Pflanzen, welche darauf angewiesen sind, sich bloss durch organische Stoffe zu ernähren (die Saprophyten und Parasiten) durchweg eine lebhafte Färbung zeigen (Orobanche, Monotropa, Sarcodes, Coralliorhiza, Balanophora, Cynomorium, Cuscuta). Auch die humösen Hymenomyceten in den Wäldern pflegen häufig lebhaft gefärbt zu sein. Ferner sind die Blätter

zahlreicher Angiospermen, obzwar sie in vegetativer Beziehung und was ihre Gestalt anbelangt, anderen grünen Blättern ähnlich sind, manchmal sehr ornamental, gleich den schönsten Blumenkronen gefärbt (Begonia, die Melastomaceen, Cyclamen, Polygonum u. a.). Die den Stengel einhüllenden Blattscheiden des am Kap heimischen *Gladiolus tigrinus* Eckl. sind schön weiss und rot gefleckt. Die Blattstiele der Gattung *Amorphophallus, Dracontium* u. a. sind gefleckt und gestreift wie manche tropische Schlangen. Viele Blumenkronen oder farbigen Perigone sind auf der Unterseite lebhaft und anders als auf der Oberseite gefärbt, so dass die ganze Blumenknospe eine freudige Färbung besitzt. Solange derlei Petala in der Knospe zusammengerollt sind, können sie nicht dazu dienen, die Insekten anzulocken und wenn sie sich entfalten, wieder nicht, da dann ihre auf der Unterseite befindliche Färbung nicht zu sehen ist.

Ein sehr charakteristisches Beispiel bieten uns die schon oben beschriebenen Frühjahrsarten der Gattung *Viola.* Warum tragen diese Arten so schön gefärbte Kronen, da sie doch alle vertrocknen ohne zu fruktifizieren?

Es wurden verschiedenartige Versuche angestellt, um zu ergründen, ob die Insekten durch die Farbe der Blüten aufmerksam gemacht werden. Manchen Nachrichten zufolge werden die Insekten tatsächlich angelockt, andere Nachrichten stellen dies in Abrede. Ich habe mir deshalb die Aufgabe gestellt, mir durch eigene, in unserem botanischen Garten angestellte Versuche über diese Sache Gewissheit zu verschaffen. Zu diesem Behufe schnitt ich aus lebhaft gefärbtem Papier Blumen von zierlicher (den unserigen unähnlicher) Form aus und befestigte dieselben mit Draht an blühenden Pflanzen dort, wo es gerade viele Blüten und genug Insekten gab, die fortwährend von einer auf die andere flogen. Die Insekten schenkten diesen künstlichen Blumen gar keine Aufmerksamkeit! Diese Versuche wiederholte ich mit gleichem Erfolge zu verschiedenen Jahres- und Tageszeiten und an verschiedenen Orten. Das Resultat war das gleiche auch dann, wenn ich meine Blüten parfümierte.

Ich nahm noch einen anderen Versuch vor. Ich befestigte ein getreu aus Leinwand nachgebildetes Köpfchen der Sonnenrose an einem eben aufgeblühten Zweige derselben. Die wirklichen Köpfchen wurden bereits von einer Menge von Bienen und Hummeln besucht. Der Erfolg war interessant. Eine aus der Nachbarschaft herangekommene Hummel richtete ihren Flug pfeilgeschwind auf das künstliche Gebilde, entfernte sich aber augenblicklich, sobald sie näher gekommen war. Niemals setzte sich eine Hummel darauf! Hier ist die Aufklärung leicht. Das Insekt hat aus Erfahrung erkannt, dass die Köpfchen der Sonnenblume Honig enthalten, deshalb zielt es sofort auf diese Köpfchen los, wo immer es solche Blüten sieht. Wenn es nicht aus Erfahrung weiss, dass eine Blüte Nektar enthält, so untersucht es dieselbe nicht einmal und ignoriert es sie gänzlich.

Aus dem vorangeführten geht also hervor, dass die Farbe der Blüten nicht den Insekten zuliebe entstanden ist, sondern dass sie dort, wo sie in den Blüten vorkommt, von den Insekten später, auf Grundlage der Erfahrung, als Signal benützt wird. Das gleiche gilt von dem Geruche.

Ich bin daher mit Engler der Ansicht, dass die Entomophilie eine neuere, sekundäre Erscheinung ist. Die herumspürenden Insekten untersuchten verschiedene Blüten und fanden da und dort in einigen den abgesonderten Nektar als zufälliges Sekret. Durch die Farbe der Krone liessen sie sich dann bei wiederholten Besuchen leiten. Hiebei bewirkten die Insekten zugleich die gekreuzte Bestäubung, was der Pflanze von Nutzen war. Infolge der natürlichen Zuchtwahl und der inneren Energie begann die Pflanze noch mehr Nektar abzusondern und brachte eventuell auch noch eine besondere Vorrichtung für die Übertragung des Pollens mit Hülfe der Insektengäste zustande. So wären also alle entomophilen Mechanismen in den Blüten ebenfalls nur sekundären Ursprungs.

Diese Anschauung erhält ihre Bestätigung auch durch den Umstand, dass in den borealen Gegenden und im Hochgebirge, wo die Insekten selten sind oder gar nicht mehr vorkommen, wo sie auch der rauhen Temperatur wegen die Blüten aufzusuchen fast gar nicht imstande sind, dennoch die farbigen Blumenkronen nicht abnehmen. Dann weisen Blüten, welche bloss auf die Autogamie angewiesen sind, ebenfalls farbige Blumenkronen (einige Arten der Gattung Primula, Cortusa) auf.

Zur Nachtzeit blühende Pflanzen haben, wie man behauptet, deshalb weisse Blüten, um von den Nachtinsekten besser gesehen zu werden. Dergleichen Blüten verbreiten aber auch gleichzeitig einen starken Geruch und es ist wahrscheinlich, dass die Insekten eher durch diesen Geruch als durch die weisse Farbe angelockt werden. Uns will es übrigens scheinen, dass überhaupt das Prozent der weissblühenden Nachtblüher nicht höher ist als das Prozent der weissen Tagblüten, so dass dieses Moment keine grosse Bedeutung haben dürfte.

Man sagt, dass die farbige Krone und das Nektarium in der Blüte sich immer begleiten. Das ist aber wieder nicht wahr, wie wir teilweise schon darauf hingewiesen haben, denn wir kennen eine Menge von Blüten ohne farbiges Perigon, welche dennoch mit Nektarien versehen sind. Beispielsweise führen wir an: Thesium, Comandra, Ptelea trifoliata, Smilax aspera, Rhamnus cathartica, Vitis, Cissus, Evonymus europaea, Buxus, Adoxa, Ribes Grossularia, R. alpinum, Euphorbia Esula, Salix, Elaeagnus, Ailanthus. Alle diese Pflanzen werden von Insekten stark frequentiert.

Man sagt ferner, dass der Wohlgeruch der Blüten dazu bestimmt sei, die Insekten anzulocken. Unserer Meinung nach verhält es sich mit dem Geruche in ähnlicher Weise wie mit der Farbe der Blüten. Die Blüte duftet nicht den Insekten zuliebe, aber die Insekten benutzen auf Grund

der Erfahrung den Geruch als Leitfaden. Bekanntlich sind die Insekten mit einem sehr scharfen Geruchsinn begabt, so dass der Duft des Nektars allein hinreicht, um den Insekten auf weite Entfernung hin das Vorhandensein von Nektar in den Blüten zu verraten.

Es wird auch darauf hingewiesen, dass anemophile Pflanzen keinen Geruch und keine Nektarien haben. Dass sie keine Nektarien besitzen, ist allerdings wahr, aber dies kommt davon, dass kein farbiges Perigon entwickelt ist, denn ein Produkt farbiger Organe pflegen gewöhnlich Sekrete zu sein, welche der Ableitung überflüssiger Stoffe aus dem Körper der Pflanze dienlich sind. Dass aber anemophile Pflanzen nicht riechen, ist einfach eine irrige, wenngleich verbreitete Meinung. Die männlichen Kätzchen von *Juglans regia* haben einen intensiven Geruch, ebenso intensiv und auf weite Entfernung hin verbreitet ein blühendes Roggenfeld einen angenehmen Wohlgeruch; die Blüten der Gattung *Ricinus* riechen unangenehm, *Thalictrum angustifolium* Jcq. riecht sehr stark, hat aber weder Nektar noch ein farbiges Perigon; manche Inflorescenzen der Palmen (Chamaedorea Schiedeana Mart. u. a.) riechen weithin sehr stark, obzwar sie auf die Bestäubung durch den Wind eingerichtet sind (die genannte Art ist zweihäusig und auf den Narben sondert sich ein Tropfen Saft zum Auffangen des Pollens ab). Dass die Palmenblüten riechen, hat zwar schon die Aufmerksamkeit der Botaniker erregt, aber sie verstanden es nicht, sich die Bedeutung dieses Umstandes zu erklären, da es hier keine Vorrichtung für die Insekten gibt. Einige Arten der Gattung *Pandanus* gehören zu den wohlriechendsten Pflanzen überhaupt, denn den Wohlgeruch der Pandanusinseln verspüren die Reisenden auf Schiffen einige Meilen weit vom Ufer. Und dennoch sind die Pandani eminent anemophil. Es überraschte mich, dass, als in unserem Glashause ein grosser, männlicher Zapfen (die Blüte) der Gattung *Encephalartos* aufblühte, derselbe einen intensiven Geruch nach frischgebackenem Brot verbreitete. Dasselbe beobachtete G. Kraus an der Gattung *Dioon*. Ich bin überzeugt, dass sich die Reihe ähnlicher Beispiele noch durch Beobachtungen in wärmeren Gegenden vervollständigen liesse.

Es wird behauptet, dass die Insekten aus wohlriechenden und nektarlosen Blüten Pollen sammeln und dadurch die gekreuzte Bestäubung herbeiführen. Das entfällt überall dort, wo die Blüten diklin sind. Die Insekten besuchen im Notfalle anemophile Blüten, um den Pollen aufzusammeln, aber eine Bestäubung vollziehen sie dabei nicht. Im Frühjahre z. B. pflegen die blühenden männlichen Eiben von Bienenschwärmen eingehüllt zu sein, welche den Pollen sammeln. Die Bienen sind von diesem Blütenstaub ganz weiss. Hildebrand macht dieselbe Bemerkung bezüglich der männlichen Blüten von *Mercurialis annua*, *Corylus Avellana*,*)

---

*) Im Frühjahr eine häufige Erscheinung.

Cannabis sativa, *Typha latifolia* und ich habe häufig Insekten auf den männlichen Ähren der Gattung *Carex* gesehen. Auch die männlichen Kätzchen der *Juglans regia* werden von Bienen massenhaft besucht, obwohl zu dieser Zeit schon unzählige Honigpflanzen blühen. Das sind durchweg anemophile Pflanzen und dennoch werden sie von Insekten besucht. Bemerkenswert ist, dass diese Blüten keine Schauapparate besitzen und trotzdem werden sie von den Insekten zahlreich aufgesucht!

Wenn wir nun alle hier hervorgehobenen Umstände überblicken, die doch alle den landläufigen entomophilen Anschauungen zuwiderlaufen, so sind wir genötigt, die Insektentheorie einigermassen zu korrigieren und die Ursache der Farbe, Form und des Geruchs der Blüten anderwärts zu suchen. Dass viele Pflanzen bloss für die entomophile Bestäubung eingerichtet sind (die Orchideen, Asclepiadaceen u. a.), wollen wir nicht in Zweifel ziehen; dass die Bestäubung neben der Autogamie auch durch Insekten bewirkt zu werden vermag, kann ebensowenig bezweifelt werden. Allein eines wie das andere sind sekundäre, aus neuerer Zeit stammende Einrichtungen; ursprünglich wurden gewiss alle Pflanzen in autogamer oder anemophiler Weise bestäubt.

Die Hüllen und Perigone entstanden, wie wir schon auseinandergesetzt haben, durch den Einfluss des terrestren Klimas. Durch denselben Einfluss hat sich auch die Farbe des Perigons entwickelt. Es ist bekannt, dass im Waldesschatten und in Gegenden, wo der Himmel fortwährend von Wolken bedeckt ist, die Farbe der Blüten matt ist. Feurige Farben werden durch reichliche Sonnenstrahlen und Wärme hervorgerufen. Deshalb finden wir in Steppen, auf Felsen und überhaupt auf sonnigen Standorten die feurigst gefärbten Blüten. Im Gebirge, wo es zwar nicht viel Wärme gibt, aber wo die Berggipfel selten von Wolken eingehüllt werden, sind die Blüten durchweg gross und lebhaft gefärbt. Wenn wir einen *Phyllocactus*, eine *Clivia* oder ein *Crinum* im Sommer dauernd heissen Sonnenstrahlen aussetzen, so blühen diese Pflanzen im nächsten Jahre reichlich. Wenn sie nicht genügend Sonne erhalten haben, so blühen sie im nächsten Jahre schwach oder gar nicht. Im Spätherbst, wo es wenig Sonne und Wärme gibt, blühen manche Pflanzen zum zweitenmale. Da habe ich nun (ebenso wie Hildebrand) öfter die Wahrnehmung gemacht, dass solche Blüten matt, grünlich oder farblos sind.

Diese Umstände führen uns auf den Gedanken, dass zur Karbon- und Jurazeit deshalb keine farbigen Kronen an den Blüten zur Entwicklung gelangten, weil damals noch zu viel Dämpfe und Wolken waren. Dafür spricht auch das Faktum, dass die alten Pflanzenfamilien und namentlich die Floren der alten Inseln zumeist Arten mit kleinen, farblosen Blüten enthalten. Demzufolge wäre auf dem Planeten Venus eine Pflanzenwelt mit nur kleinen, unbedeutenden Blüten (etwa vom Charakter des

Karbons), dagegen müssten auf dem Mars die Pflanzen grösser und noch feuriger als auf unserer Erde sein.

In der australischen Flora können wir schön verfolgen, wie sich infolge der geänderten klimatischen Verhältnisse die Flora allmählich umgewandelt hat. Im ursprünglichen Zustande war diese Flora zum grössten Teile aus holzigen, kleinblütigen Arten zusammengesetzt — etwa auf dieselbe Art, wie wir dieselbe Flora noch heutzutage in Neu-Kaledonien vorfinden. Es war zur Zeit, als noch ein reichliches Wassersystem das ganze Festland durchdrang und hiedurch ein nasses Klima verursachte. Nach der Austrocknung der Binnengewässer begann die Vegetation sich umzugestalten in der Weise, dass sich aus den Stammarten eine zahlreiche, zum Teile krautige oder halbkrautige, mit schönen, lebhaft gefärbten Blütenkronen versehene Nachkommenschaft entwickelte. Die meisten Arten versahen sich mit Einrichtungen für die trockene Ruheperiode, andere wieder für die Milderung der Insolation und zur Verhinderung der Transpiration.

Man war bestrebt, nicht nur die Farbe, sondern auch die dekorativen Formen der Blüten durch Insekten zu erklären. Die Blüten sind, diesen Ansichten gemäss, deshalb so schön gebildet, damit sie den Insekten gefallen. Das ist eine unrichtige Anschauung. Das hiesse so viel, als den Insekten einen hohen Kunstsinn zu imputieren. Dagegen ist es sicher, dass die Form der Blüten den Insekten ganz gleichgültig ist; besuchen sie ja doch auch gleicherweise kronblattlose Blüten, wenn sie nur Nahrung dort finden.

Wenn wir über die Formen und Färbung der Blüten Erwägungen anstellen, so müssen wir schliesslich zu der Erkenntnis gelangen, dass die Farbe derselben ebensowenig ein zufälliges Ergebnis des Chemismus in ihrem Gewebe ist, wie die Formen der Blumenkronen, welche ebenfalls kein zufälliges Produkt des Wachstums der betreffenden Teile darstellen. In der Farbe und Form der Blumenkrone erblicken wir vielmehr stilgemässe, künstlerische Motive, welche allen Forderungen der Ästhetik entsprechen. Es gibt Leute, welche auslegen zu können vermeinen, welchen Zweck jedes Härchen oder Pünktchen in der Blüte hat und welche praktischen Funktionen diese Organe verrichten. Das sind aber zumeist Phantasien ohne alle Begründung. Es gibt im Gegenteile vieles in den Blüten, was lediglich die Bedeutung von blossen Ornamenten hat. In den dekorativ ausgestatteten und farbigen Blüten erblicken wir die Seele der Pflanze. Zu wem die Pflanze auf diese ihre Weise spricht und was sie sagen will, begreifen wir nicht, ebenso wie uns auch noch viele andere Dinge in der Natur unbegreiflich sind. Wenn wir die Blütenformen grosser Verwandtschaftsgruppen (z. B. die Orchidaceen, Liliaceen, Leguminosen, Compositen, Ericaceen) studieren und dieselben untereinander vergleichen, so gelangen wir unwillkürlich dazu, die Frage zu stellen: warum und wozu gibt es so viele, eigentümliche Formen und Vorrichtungen, da ja doch eine einzige,

nach einem Muster konstruierte unter gleichen biologischen Bedingungen genügen würde? Wir sehen da das bewunderungswürdige Spiel des schöpferischen Geistes, welcher aus zweckentsprechenden Organen zugleich ästhetisch beseelte Organe geschaffen hat. Wenn wir von einem solchen Standpunkte auf die Blüten der Pflanzen blicken, so will es uns scheinen, dass auch der Wohlgeruch der Blumen weder für die Insekten bestimmt, noch auch ein zufälliges Sekret ihrer Teile, sondern eine Äusserung des inneren Zustandes zu einem uns unbekannten Zwecke ist.

Man behauptet auch bezüglich einiger Blüten, dass sie gewisse Insektenarten (Fliegen, Käfer, Schmetterlinge) nachahmen. Solche Beispiele haben wir namentlich bei den Orchideen (Ophrys, Restrepia, Cypripedium, Oncidium Papilio). Durch diese Idee wird der Blüte nicht nur Gesichtssinn, sondern auch Intelligenz beigemessen. Wir möchten sagen, dass gerade im Gegenteil die Blütenformen von den Insekten nachgeahmt werden. Es sind Beispiele von Mimikri solcher Insekten bekannt, welche Blätter, Zweige etc. nachahmen, warum sollte die Nachahmung von Blüten ausgeschlossen sein? Und in der Tat entsprechen die Farben der Käfer, die Farben und Formen der Schmetterlinge und Fliegen manchmal den Farben und Formen der Blüten. Ein Tier, welches sein ganzes Leben hindurch das Bild eines bestimmten Gegenstandes in sich aufnimmt, realisiert dieses Bild an seinem Körper. Diese Entwicklung wird durch deren, den Umständen angepasste Zweckdienlichkeit (Schutz vor Feinden) unterstützt.

Doch wir wollen uns nicht in phantastischen Theorien ergehen, wohl aber dem Bestreben widersetzen, welches dahin ausläuft, die Blüten als geistlosen Kopulationsmechanismus auszulegen.

F. Embryo, Same, Frucht.

Wenn die Eizelle durch den Pollenschlauch befruchtet worden ist (S. 1048), so tritt sofort die Teilung des Nucleus und die erste Segmentierung ihres Inhalts ein, wodurch der Keimling oder Embryo entsteht. Zuerst bildet sich ein mehrzelliges Gewebe, dessen letzte Zelle mehr heranwächst, sich zu segmentieren und abzurunden beginnt, was der Anfang des eigentlichen, am Embryoträger (Suspensorium) mit Hilfe der sogenannten Hypophyse hängenden Embryos ist. Der runde Keim teilt sich in 8 Oktanten und diese bilden weiter fortschreitend ein mehrzelliges, zusammengesetztes Gewebe. Sehr bald kann man bemerken, dass an diesem Körperchen oben ein Stammscheitel und an den Seiten desselben zwei Kotyledonarhöcker entstehen (Fig. 630), wenn es sich um eine dikotyle Pflanze handelt. An dem entgegengesetzten Ende, also an jener Stelle, wo sich der Embryoträger anfügt, entwickelt das oberwähnte Körperchen die

Hauptwurzel (radicula). Aus der Hypophysalzelle bildet sich zum Teil die Wurzelhaube, zum Teil ein Gewebe, welches mit dem Periblem zusammenfliesst. Die Details veranschaulicht uns die beifolgende Abbildung H a n s t e i n s.

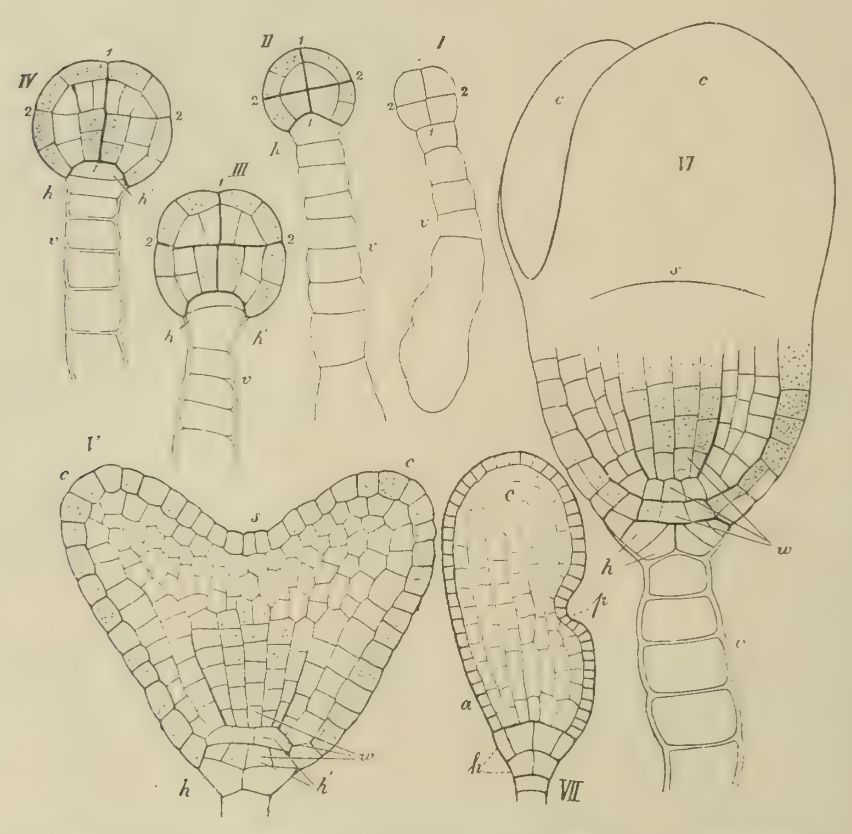


Fig. 630. I—VI. Entwicklung des Embryos von **Capsella Bursa pastoris** L. *v*) Suspensor, *h*) Hypophyse, *c*) Kotyledonen, *s*) Achsenscheitel, *w*) Wurzel. VII. Embryo von **Alisma Plantago** L., *a*) Hypokotyl, *c*) Kotyledon, *p*) Plumula, *h*) Hypophyse. (Nach Hanstein.)

Die Kotyledonarhöcker legen sich stets exogen an, während die Wurzel, wie übrigens aus der Sache selbst hervorgeht, immer eine endogene Anlegung aufweist, nur dass die Zellschicht, welche ihren Scheitel deckt, verschieden stark ist. Manchmal reduziert sich dieselbe auf 1—2 Reihen von Zellen, so dass es zur Zeit ihrer vollkommenen Entwicklung den Anschein hat, als ob die Wurzel exogen entstehen würde und bloss von der Wurzelhaube gedeckt sei. Nur bei einigen Pflanzenarten entsteht die Wurzel tief im Keimling, so dass im entwickelten Zustande an dessen Basis eine besondere Wurzelscheide, die sogenannte C o l e o r h i z a entsteht.

Diese Coleorhiza ist bei den Gräsern besonders stark entwickelt, kommt aber auch anderwärts bei den Mono- und Polykotylen vor*) (S. 325).

Der Keimling der Monokotylen (Fig. 630) unterscheidet sich von dem vorangeführten dadurch, dass der Meristemachsenscheitel oder die sogenannte Plumula keineswegs am Scheitel des Embryos, sondern seitwärts und zwar in einem besonderen Grübchen entsteht, so dass die Plumula manchmal gänzlich eingesenkt und von den Rändern des Embryos verdeckt zu sein pflegt. Das Keimblatt entwickelt sich infolge dessen als ganzes, terminales Organ. Der Embryoträger ist bei vielen Mono- und auch Dikotylen (so bei manchen Gramineen, bei Pistia, Tinnantia, Listera, Epipactis, Corydalis, Mimosa, Hedysarum u. a.) überhaupt nicht entwickelt, so dass die ganze Eizelle sich in einen Keimling segmentiert.

Die Plumula an dem Embryo ist im Samen bald als ganzer Höcker entwickelt, bald schon in die ersten 1—4 Blätter differenziert.

Von dem eben beschriebenen normalen Embryonalzustande in den Samen finden wir aber auch viele Ausnahmen, von denen auch schon oben (S. 282) gesprochen worden ist. So wurde bereits gesagt, dass sich häufig statt 2 auch mehrere Keimblätter entwickeln, dass manchmal eines der Keimblätter frühzeitig verkümmert etc. Auch die Hauptwurzel legt sich entweder an, ohne sich weiter zu entwickeln, oder differenziert und entwickelt sich überhaupt gleich im ersten Anfange nicht (*Utricularia*). Eine besondere Kategorie der Embryonen bilden die unvollkommenen Embryonen, welche uns ganze, meistenteils kugelige, aus einer verschiedenen Zellenanzahl zusammengesetzte Körperchen vorstellen, an welchen überhaupt weder Keimblatt, noch Wurzelhöcker, noch endlich eine Plumula unterschieden werden kann. Auch von diesem Gegenstande wurde bereits Erwähnung getan und die Keimung dieser Embryonen auf S. 345 erläutert. Beispiele kennen wir an den Gattungen *Orobanche*, *Monotropa*, an den Familien der *Rafflesiaceen*, *Balanophoraceen* usw. Die Keimlinge der *Orchideen* pflegen gleichfalls nicht differenziert zu sein, sind aber vielzellig und nur wenig von der vollkommenen Form abweichend; ja bei einigen Arten (Sobralia macrantha, Platyclinis) ist auch schon die Plumula entwickelt (S. 349).

Besondere Embryonalverhältnisse schliesslich finden wir bei den Samen vieler Pflanzen, welche zur Zeit der Reife einen ungegliederten Embryo enthalten, der sich jedoch erst bei der Keimung wenigstens teilweise und gewissermassen nachträglich vervollkommnet. So enthält der Same der Frühjahrsranunculacee *Eranthis hiemalis* einen so unbedeutenden und ungegliederten Embryo, dass Baillon (1874) behauptete, es sei überhaupt kein Embryo zur Reifezeit vorhanden.

---

*) Namentlich die Monokotylen legen die Hauptwurzel endogen an, obzwar manchmal nur eine dünne Schicht ihren Scheitel deckt. Auf S. 322 soll es richtig heissen, dass bei der Gattung *Phoenix* die Wurzel eine endogene Anlegung hat.

Die unvollkommenen Embryonen sind wohl bei den Ranunculaceen noch mehr verbreitet, denn z. B. auch in den Gattungen *Hepatica* und *Anemone* sind die Keimlinge im Samen nicht selten keimblattlos und entwickeln sich dieselben erst bei der Keimung. Schon seit langem ist es bekannt, dass der Embryo in den Samen von *Corydalis cava* und *C. solida*, wenn dieselben im Frühjahre aus den Kapseln ausfallen, nur ein homogenes Körperchen darstellen, welches sich erst zu Ende des Sommers vollkommen entwickelt. Auch die Embryonen vieler *Stylidiaceen* (Burns, 1900) sind in den Samen ungegliedert. Hofmeister beschreibt unvollkommene Embryonen in den Samen von *Gagea arvensis*. Nach Goebel kann man an dem Embryo von *Gagea lutea* bloss ein kleines Grübchen an der Seite des Keimblatts bemerken, die Wurzel und Plumula sind angeblich noch nicht entwickelt. Unvollkommene Embryonen und eine eigentümliche Keimungsart werden auch bei einigen Species der *Juncaceen* notiert (Laurent, Ann. de sc. nat. 1904). In ähnlicher Weise sind auch in den Samen *Paris quadrifolia* (Gärtner), *Erythronium Dens canis* (Irmisch), *Hymenocallis speciosa* (Braun), *Erigenia bulbosa* (Umbellif. — nach King) zur Zeit der Samenreife die Embryonen noch unvollständig entwickelt.

Wenn sich der Embryo nach der Befruchtung zu entwickeln anfängt, so vergrössert sich gleichzeitig der Embryosack und in demselben beginnt sich der Kern gewöhnlich in tangentialer Richtung zu teilen und zwar wiederholt und in der Nähe der Wände des Embryosacks. Um die geteilten Kerne herum bilden sich die Zellhäute und so entsteht um die Wände des Embryosacks ein polygonales Gewebe, das sogenannte Nährgewebe oder Endosperm. Die Endospermzellen vermehren sich in radialer Richtung, wodurch das Endosperm fortschreitend in die Mitte hin an Wachstum zunimmt, bis es schliesslich die Höhlung des Embryosacks gänzlich anfüllt. Diese Entwicklung erblicken wir schön an dem Eiweiss der Kokosnüsse, deren Inneres zur Zeit der noch unvollkommenen Reife von einer in der Höhlung befindlichen Flüssigkeit (der Kokosmilch) angefüllt ist. Bei Pflanzen, welche einen dünn ausgezogenen Embryosack haben, entsteht das Endosperm dadurch, dass sich der ganze Sack vorerst in zwei Zellen in die Quere teilt, diese abermals ähnlich in zwei usw. Ja, es geschieht, dass von den zwei Zellen sich nur eine weiter in ein Endosperm zerteilt.

Fast alle Angiospermen bilden ein Endosperm, nur die *Orchideen*, *Canna* und einige andere besitzen — auch in der Jugend — keines. *Tropaeolum* bildet nur einige Endospermzellen. Zur Zeit, wo der Embryo heranreift, verzehrt und unterdrückt er die Endospermschicht gänzlich, so dass der Same, wenn er reif geworden, bloss den Keimling ohne jedwedes Endosperm enthält (*Pisum*, Fig. 631); in anderen Fällen entwickelt sich das Endosperm stark, so dass es, als mächtige Schicht, den verhältnismässig kleinen Keim in dem aufgewachsenen Samen einhüllt (*Papaver*, Fig. 631).

Der heranwachsende Embryo verzehrt nicht nur das Endosperm, sondern auch das Gewebe des Nucellus zur Gänze, nur selten geschieht es, dass von diesem eine zumeist verhältnismässig schwache Partie übrig bleibt als sogenanntes Perisperm (Nymphaeaceae, Zingiberaceae, Piperaceae, Chenopodiaceae u. a.). Noch seltener vertritt das Perisperm als mächtiges Nährgewebe das eigentliche Endosperm (Canna, Amarantus, Fig. 631).

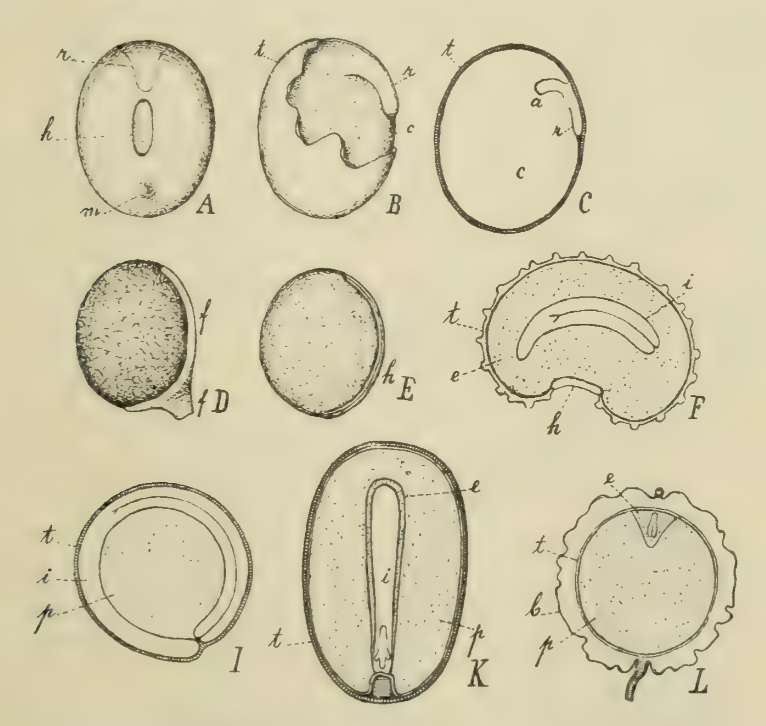


Fig. 631. Zur Morphologie der Samen. *A—C*) **Pisum sativum**, *A*) ganzer Same, *B*) Testa teilweise abgebrochen, *C*) ein Kotyledon weggenommen. *D*, *E*) **Lathyrus silvestris**, *E*) nach dem Abfallen des Funiculus. *F*) **Papaver somniferum** im Durchschnitt. *I*) **Amarantus caudatus** im Durchschnitt. *K*) **Canna indica** im Durchschnitt. *L*) **Piper nigrum** im Durchschnitt. *m*) Mikropyle, *h*) Hilum, *r*) Radicula, *c*) Kotyledonen, *t*) Testa, *a*) Plumula, *f*) Funiculus, *e*) Endosperm, *i*) Embryo, *p*) Perisperm, *b*) fleischiger Perikarp. (Original.)

Das Endosperm im Samen ist häufig hornartig (Phytelephas, Ceratonia, Phoenix, Coffea), oder auch mehlig und fleischig. Das hornartige Endosperm enthält Zellen mit verdickten, von Kanälen durchzogenen Wänden. Häufig geschieht es, dass ein derartiges Endosperm nicht massiv, sondern infolge des Eindringens des Nucellar- oder Integumentgewebes lappig oder ruminiert (Myristica, Anona, Alyxia, Areca, Calamus) ist.

Das Endosperm hat einen doppelten Zweck: einesteils ernährt es den jungen, heranwachsenden Keim, in welchem Stadium er eben vom

Embryo gänzlich aufgezehrt zu werden pflegt, andernteils bleibt es als starke Schicht im Samen eingeschlossen, um sodann die junge Keimpflanze zu ernähren. In einem solchen Falle pflegt es entweder von den Kotyledonen oder von einem eigenen Organe, welches mit dem Keimblatt oder Hypokotyl zusammenhängt, dem sogenannten Haustorium (S. 310) aufgesaugt zu werden. Wenn in dem Samen das Endosperm bedeutend entwickelt ist, so ist dann die Entwicklung der Keimblätter eine geringe und umgekehrt, wenn die Kotyledonen dick, fleischig sind, so ist das Endosperm nicht entwickelt. In einem derartigen Falle vertreten die dicken Keimblätter das Endosperm, indem sie den Dienst von Speicherorganen der jungen Pflanze versehen. Als Beispiele beider Fälle können uns die Samen der Erbse und des Hornbaums dienen. Es herrscht also zwischen der Entwicklung des Endosperms und der Keimblätter Reziprozität. Nur manchmal geschieht es, dass statt der Keimblätter das Hypokotyl sich in ein Speicherorgan umwandelt (Bertholletia, Fig. 201). In dem Endosperm oder in den dicken Kotyledonen pflegt eine Menge von Stärke, Eiweissstoffen und fetten Ölen als Nährstoffen enthalten zu sein.

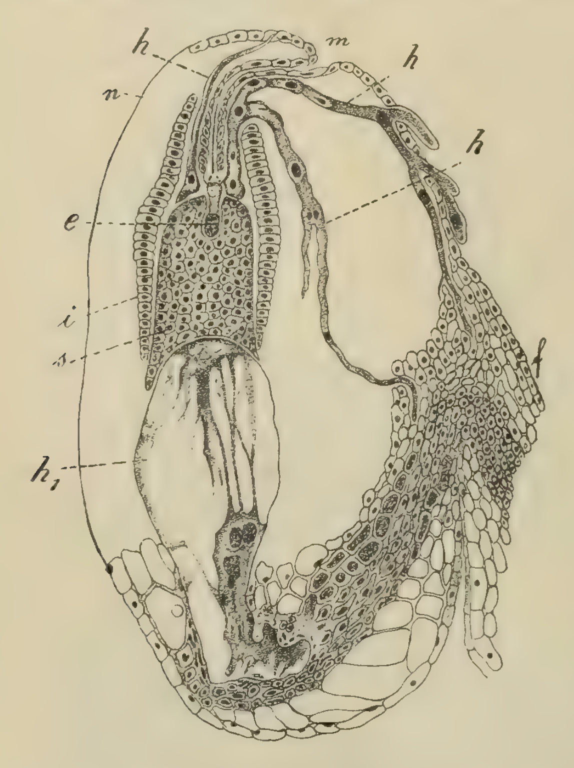


Fig. 632. **Melampyrum nemorosum**, Entwicklung des Embryos; *e*) Embryo, *h*) Mikropylehaustorien, *h*1) Antipodenhaustorien, *i*) Tapetum, *s*) Endosperm, *n*) Integument, *f*) Funiculus, *m*) Mikropyle. (Nach Balicka-Iwanowska.)

Wenn der Embryo sich anlegt, so dringt er in das Endosperm ein, dessen Aufgabe es ist, den jungen Embryo zu nähren. Bei vielen Angiospermen, so namentlich bei den Familien der Sympetalen ist der Keimsack und später das Endosperm von einer eigenen, mehrzelligen Hüllschicht, dem sogenannten Tapetum, dessen biologische Bedeutung den Anatomen noch nicht klar geworden ist, umgeben. Es ist dies eine an dem Endosperm verschieden hoch sich hinziehende, einschichtige Zellenhülle (Fig. 632), deren Zellen sich zu der Oberfläche des Endosperms senkrecht stellen. Morphologisch entspricht sie der inneren Partie des Integuments (bezüglich der Details verweisen wir auf die Arbeit

Schmids). Interessant ist es ferner, dass aus den äusseren Endospermzellen an beiden Polen des Keimsacks sich besondere Ausläufer bilden (von verschiedener, aber stets beschränkter Zellenanzahl, deren Querwände schliesslich resorbiert werden). Diese Ausläufer dringen in verschiedene Partien des Nucellus, ja selbst in Teile des Integuments und Funiculus ein, hauptsächlich aber dort, wo der lebhafteste Zufluss von Nährstoffen (am meisten in der Umgebung der Chalaza) vorhanden ist, welche von dort dem Endosperm zugeführt werden. Besonders stark sind diese embryonalen Haustorien in der Familie der *Scrophulariaceen* (Euphrasia, Rhinanthus — siehe die Arbeit Schmids und dort die einschlägige Literatur), aber auch in der Familie der *Labiaten* (Tulasne), *Gesneraceen*, *Plantaginaceen*, *Campanulaceen* (Balicka-Iwanowska), *Linaceen* (Billings), *Verbenaceen* (Treub), *Cucurbitaceen* (Longo), *Globularia* (Billings) entwickelt.

Einen bewunderungswürdigen Apparat derselben Art beobachteten Schacht und Leidicke an den Embryonen von *Tropaeolum majus*, wo wir drei mächtige Arme finden, von denen an einem (dem Embryoträger) der Embryo herabhängt, der andere in das Placentargewebe eindringt und von dort Nährstoffe zuführt, der dritte die Integumentenhülle durchwächst und in die Höhlung des Fruchtknotens — vielleicht als mechanische Stütze Dienste leistend — hineindringt.

Einen noch zusammengesetzteren Haustorienapparat finden wir in den Eichen vieler Orchideen (Orchis latifolia, Phalaenopsis, Stanhopea), wie dies insbesondere von Treub beobachtet worden ist. Hier wächst eine grosse Anzahl zarter Fäden aus dem Ende des Keimsacks oder aus dem Suspensor. Diese Fäden umweben wie die Hyphen teilweise den Embryo, teilweise dringen sie in die Mikropyle ein und laufen dann von dort aus auf verschiedene Stellen des Eichens und der Placenta auseinander. Die Funktion des Aussaugens der Nährstoffe und der Zuführung derselben zum Embryo verrichten aber nicht nur die eben beschriebenen Haustorien, sondern auch der Suspensor, dessen Zellen zu diesem Zwecke überaus zart und nicht cuticularisiert sind.

Die embryonalen Haustorien verschwinden in dem reifen Fruchtknoten gewöhnlich zur Gänze.

Eine systematische Bedeutung haben sie nicht, da sie, wie wir gesehen haben, in den verschiedensten Verwandtschaften vorkommen. Ebenso selten wann kann die Anwesenheit eines Endosperms in den Samen einen systematischen Leitfaden abgeben. Es gibt zwar viele Gattungen und Familien, welche sich durch ein mächtig entwickeltes Endosperm auszeichnen (Umbelliferae, Rubiaceae), aber dagegen gibt es auch wieder Familien, wo manche Gattungen ein starkes, andere ein schwaches und noch andere endlich gar kein Endosperm aufweisen. In der Familie der *Leguminosen* z. B. fehlt gewöhnlich das Endosperm oder ist dasselbe nur

um das Würzelchen herum unbedeutend entwickelt), aber in den Samen von *Ceratonia* bildet es eine mächtige, hornartige Schicht.

Der Keim oder Embryo nimmt in dem Endosperm eine verschiedene Lage ein. Einmal ist er fast in der Mitte eingebettet (*Papaver*, Fig. 631), ein andermal ist er bis zum Scheitel selbst hinaufgeschoben (*Ribes, Daucus*), in anderen Fällen liegt er in gegenseitiger Richtung in der Nähe der Chalaza (*Colchicum*). In der Familie der *Gramineen* befindet sich der Embryo an der Seite des Endosperms u. zw. an einem Ende des Samens (der Caryopse — Fig. 637). In der Gattung *Amarantus* umfasst der Embryo das Perisperm von aussen wie ein Ring (Fig. 631). Wenn das Perisperm entwickelt ist, so verhält sich dieses so, wie das Endosperm. Häufig nimmt es nur eine kleine Partie um den Embryo herum ein, während der grösste Teil des Samens von dem hornartigen Endosperm ausgefüllt wird. In den Familien der *Zingiberaceen* und *Cannaceen* aber ist das Perisperm sehr bedeutend, hornartig, indes das Endosperm im Gegenteile nur eine kleine Schicht rings um den Keimling herum bildet, oder gänzlich verschwindet (Fig. 631).

Der vollkommen entwickelte und reife Same nimmt infolge des bedeutenden Wachstums seiner Bestandteile eine verschiedene Gestalt und Grösse an. Beide Integumente (oder eines, wenn nur eines entwickelt war) bilden an dem Samen meistenteils eine harte Schale, die sogenannte Samenschale (testa), welche in der Regel anatomisch von dem inneren Endosperm oder Perisperm scharf differenziert ist und häufig sich mechanisch als Häutchen oder Schale ablösen lässt (*Pisum*, *Amygdalus*, *Bertholletia*). Wohl den biologischen Funktionen entsprechend, ist die Samenschale zumeist aus 1—3 verschiedenen Zellschichten zusammengesetzt (an dem abgebildeten Samen von *Canna* bildet die Samenschale zwei Schichten, eine äussere, steinharte, und eine innere, weichere). Selten kommt es vor, dass die äussere Schicht der Samenschale fleischig ist, d. h. dass der Same eine Beere bildet, wie wir das am Granatapfel (*Punica*) finden, wo die zahlreichen, beerenartigen Samen die Fächer der trockenen Kapsel anfüllen. Häufiger allerdings geschieht es, dass die äussere Schicht der Samenkapsel aus stark von Bassorin durchtränkten Zellen besteht, welche, befeuchtet, sich rasch vergrössern und in einen klebrigen Schleim verwandeln, mit dessen Hilfe sie sich leicht an Gegenstände ankleben und so mit diesen Gegenständen in die Umgebung vertragen werden (Collomia, Capsella, Teesdalia, Cydonia, Linum).

Dass an den Samen häufig verschiedenartige Haare und häutige Flügel wachsen, mit deren Hilfe sie durch den Wind leicht (wie die Früchte) in der ganzen Umgegend verbreitet werden, ist allgemein aus vielen Beispielen bekannt (Eriospermum, Asclepias, Gossypium, Salix, Tamarix, Ipomaea paniculata, Epilobium, Spergula, Goodenia, Bignonia, Doryanthes, Hakea). Sehr sonderbare »Haare« an den Samen findet man

bei der Gattung *Tillandsia* (Bromel.), welche epiphytisch an den Zweigen der Bäume des tropischen Amerikas wächst (Fig. 633). Die kleinwinzigen, zylindrischen Samen teilen sich an der Stelle (*n*) von der Placenta der trockenen Kapsel ab, wo sie mit einem langen, geraden Funiculus ansitzen. Die Oberfläche des Funiculus und der Samenschale ist von Streifen langgestreckter Zellen bedeckt, welche sich schliesslich abreissen und abteilen, indem sie eine Art von Pappus am Ende des Funiculus bilden. Es ist das ein Flugapparat, mit dessen Hilfe sich die Samen zugleich leicht an der feuchten Rinde der Bäume festhalten, denn diese »Haare« haben eine eigentümliche Zusammensetzung. Sie enthalten einen Streifen höchst dickwandiger, steifer, strukturloser Zellen, an welchen aber andere, lang ausgezogene Zellen mit spiraliger Struktur anliegen. Diese letzteren Zellen teilen sich in der Feuchtigkeit ab und kleben sich an das Substrat. Auch der Funiculus teilt sich in gerade Haare. An dem anderen Pole des Samens befindet sich gleichfalls ein Bündel kürzerer Haare. Das äussere Integument tritt am Samen als gerades, langes Röhrchen in die Erscheinung (das Ovulum wurde an dem geraden Funiculus umgewendet). Der normale, gerade Embryo sitzt am Ende des Endosperms. Äusserlich kann man an dem Samen drei ringförmige Furchen bemerken, welche wahrscheinlich von dem ursprünglichen Segmentieren des Endosperms herrühren. Die weiteren Details siehe in den Arbeiten Hildebrands (Bot. Ztg. 1872) und Zimmermanns (Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1).

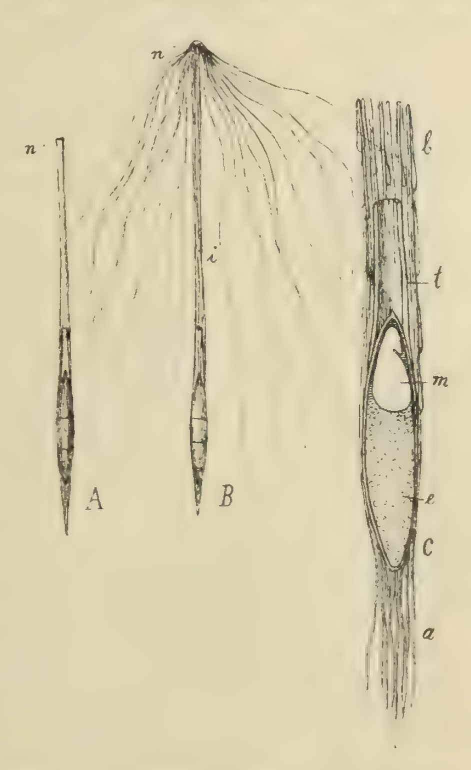


Fig. 633. **Tillandsia utriculata L.** *A*) Same vor vollkommener Reife, *n*) Hilum; *B*) reifer Same mit abgetrennten Haaren; *C*) Längsschnitt, vergrössert; *a*) Haare am Samenscheitel, *e*) Endosperm, *m*) Embryo, *t*) äuss. Integument, *b*) zerfallende Haare des Funiculus, *i*) Funiculus. (Original.)

Eine eigentümliche, sicherlich mit der hygroskopischen und möglicherweise auch mit der thermischen Eigenschaft der Samenschale zusammenhängende Erscheinung kann man an den kleinen Samen von *Papaver somniferum* und *Portulaca* beobachten, wenn man eine grössere Menge dieser Samen auf die Hand schüttet. Alle geraten in eine hüpfende Bewegung von einer Stelle zur anderen.

Der Embryo nimmt eine verschiedene Lage im Samen ein. Am häufigsten ist er gerade, aber manchmal auch bogig gekrümmt oder fast wie gebrochen, so dass das Würzelchen sich dann an die Kotyledonen anlegt. In der Familie der Cruciferen können wir alle möglichen Lagen des Keimlings verfolgen und ist dies auch zu einem Leitfaden in der Systematik benutzt worden. *Salsola Kali* hat den Embryo spiralig eingerollt. Weil der Embryo am Ende des, von der Mikropyle in die Höhlung des Keimsacks eingedrungenen Embryoträgers entstanden ist, so ist das Würzelchen (radicula) im Samen stets zur Mikropyle hin gewendet und die Plumula (des dikotylen Embryos) zur Chalaza. Weil die Ovula aber verschiedenartig gekrümmt und umgewendet zu sein pflegen, mit einem mehr oder weniger an das Integument angewachsenen Funiculus, so ist es nicht immer leicht, an dem reifen Samen diese Orientierung sicherzustellen. An umgewendeten Samen z. B. ist das Hilum gleich neben der Mikropyle gestellt, welcher gegenüber das Würzelchen emporragt.

Der Same teilt sich von der Placenta oder von dem Funiculus durch eine besondere Narbe ab, welche von aussen als rundliche, elliptische bis länglich-lineale Kontur erkennbar ist und Nabel (Hilum) heisst. Der lineale Nabel entsteht dort, wo das Eichen umgewendet ist und der Same trennt sich dann von dem Funiculus seiner ganzen Länge nach (wo er an das Ovulum angewachsen war). Ein solches Hilum finden wir bei der Gattung *Physostigma* oder *Lathyrus* (Fig. 631). Die Mikropyle befindet sich in einem derartigen Falle an jenem Ende des Hilums, wo sich der Funiculus frei von dem Samen abteilt und mit der Placenta verbindet. Das Würzelchen ragt zwar ursprünglich gegen die Mikropyle, aber durch die Form des Eichens und durch das weitere Wachstum des Embryos gerät es in dem Samen an verschiedene Stellen.

Dort, wo das Eichen aufrecht ist, liegt das Hilum an einem und die Mikropyle am anderen Ende des Samens. Besonders grosse und rundliche Hila finden wir an den Samen von Aesculus, Cardiospermum u. a. Die Mikropyle verwächst an dem Samen fast bis zur Unkenntlichkeit. Sie zeigt sich nur als unbedeutendes Wärzchen oder Höckerchen oder verschwindet gänzlich. So sehen wir das Hilum an dem vollkommen kugeligen, steinharten Samen von *Canna* nur in der Gestalt eines unbedeutenden Löchleins und daneben eine vollkommen glatte Fläche, wo die Mikropyle ausmündete, welche also ganz spurlos verschwand. Aber an dem Durchschnitt finden wir, dass hier die Radicula gegenüber gerichtet und dass an diesen Stellen ein Grübchen in das Perisperm eingedrückt ist, wohin auch die innere Schicht der Samenschale sich einbiegt (Fig. 631).

Die Form des Samens ist sehr mannigfaltig, selten wann aber dekorativ ausgestaltet oder von dekorativer Struktur an der Samenschale. Die Form pflegt von der Lage der Samen im Fruchtknoten abhängig zu sein.

Wenn die Samen nach einer Richtung hin dicht zusammengedrängt sind, so sind sie zur Zeit der Reife infolge des Drucks nach dieser Richtung hin zusammengedrückt. Wenn sie auf einander von mehreren Seiten her einen Druck ausüben und wenn sie zugleich durch die Karpellwände gedrückt werden, so werden sie schliesslich eckig. Überall dort, wo sie sich in der Höhlung des Fruchtknotens frei entwickeln können, bekommen sie eine kugelige oder überhaupt abgerundete Gestalt (Papaver, Canna, Pisum, Balsamina).

Die Grösse der Samen ist ebenfalls sehr ungleich. Ungemein winzige, aber in jeder Beziehung vollkommen entwickelte Samen haben von unseren einheimischen Arten: Erythraea, Jasione, Hypericum, Parnassia, Phyteuma, Saxifraga, Digitalis. Es ist begreiflich, dass, je kleiner die Samen sind, desto grösser deren in der Frucht entwickelte Zahl ist. Die Energie der Erzeugung ist hier gewissermassen ein stabiles Äquivalent. Durch die grosse Anzahl der Samen wird der bedeutende Verlust derselben, ehe sie zu einer günstigen Aufkeimung gelangen, kompensiert. Die grossen Samen sind mit zahlreichen Schutzmitteln versehen, damit sie nicht so leicht zu Schaden kommen. Die grössten Samen finden wir in den Früchten der Palmen. Wir erinnern z. B. an die riesigen Samen der Gattung *Lodoicea*, welche bis 15 Kilogramm schwer werden, oder *Cocos*.

Die Färbung der Samen ist zumeist unauffällig, nur manchmal ist die Samenschale mit lebhaften und dann wohl auch verschiedenen Farben dekoriert. So kennen wir Beispiele an *Abrus precatorius*, *Ormosia Krugii*, *Phaseolus vulgaris*, *Ph. multiflorus*, *Lupinus luteus* u. s. w. Die grösste Mannigfaltigkeit in der Färbung erreichen die gemeinen, kultivierten Fisolen, deren Variationen in die Hunderte gehen. Diese Färbung zeigt weder einen Stil noch künstlerische Motive und scheint vielmehr das zufällige Produkt eines chemischen Prozesses in den Geweben des reifenden Samens zu sein. Ich vermute auch, dass diese Färbung nicht dazu dient, die Tiere behufs Verbreitung anzulocken, denn alle genannten Samen sind im Magen der Vögel und Säugetiere leicht verdaulich.

An der Mikropyle oder dem Funiculus wachsen an verschiedenen Stellen nicht selten zur Reifezeit besondere Effigurationen in Gestalt von Höckerchen, Hörnchen, Säcken, Bändern heraus, welche als Arillus, Samenmantel oder Caruncula bezeichnet werden. Diese Auswüchse sind zumeist fleischig, saftig und häufig lebhaft gefärbt. So sind die Samen des *Evonymus europaeus* in ein purpurnes Säckchen eingehüllt, so wachsen unterhalb der Samen von *Myristica fragrans* eigentümliche purpurrote (wenn sie trocken sind, gelbliche) Bänder, welche unter dem Namen »Muskatblüte« oder »Macis« als Gewürz bekannt sind (Fig. 633a). Die Gattungen *Tetracera*, *Afzelia*, viele *Guttiferae*, *Casearia*, *Costus*, *Asarum*, *Corydalis*, *Moehringia*, *Luzula* besitzen ähnliche Arilli. An den Samen von *Euphorbia* und *Polygala* befindet sich an der Mikropyle eine

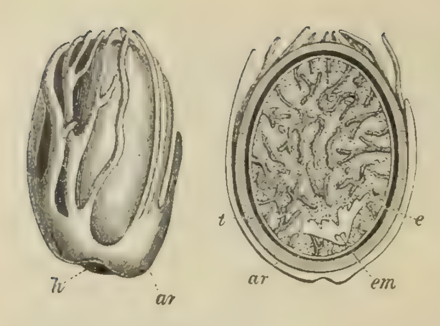


Fig. 633a. **Myristica fragrans**, Same fast in natürlicher Grösse, *h*) Hilum, *ar*) Arillus, *t*) Testa, *e*) Endosperm, *em*) Embryo. (Nach Luerssen.)

kleine, kegelförmige Caruncula. Der lange Nabelstrang (Funiculus) an den Samen der Gattung *Acacia* und anderer Leguminosen (Fig. 631) verdickt sich dort, wo er dem Samen ansitzt, zu einer starken Caruncula. Die biologische Bedeutung dieser Organe mag wohl eine verschiedene sein. Manchmal (bei Evonymus) soll sie zur Anlockung der Vögel dienen, welche den Samen in die Umgebung vertragen.

Die Schutzvorrichtungen der Samen gegen mechanische oder atmosphärische äussere Einflüsse haben im ganzen denselben Charakter wie bei den Früchten, von denen wir noch handeln werden (siehe übrigens die Arbeit Marloths).

Bei der Keimung verändern sich häufig einige Bestandteile des Samens behufs leichteren Heraustretens der Keimpflanze aus dem Samen. So trennt sich namentlich von der Samenschale ein runder Deckel (das Operculum) ab, wodurch eine Öffnung entsteht, durch welche vor allem die Wurzel heraustritt (Commelinaceae, Marantaceae, Pistia, Sparganium, Lemna, Typha — S. 311). An Samen mit einer steinharten Schale oder mit einem hornartigen Endosperm (so bei den Palmen) pflegt bereits ein solcher Ausgang für das Heraustreten der Keimpflanze aus dem weicheren Gewebe zur Reifezeit vorbereitet zu sein.

Wenn die Samen auf ein passendes Substrat gelangen, so keimen sie eine verschieden lange Zeit hindurch. Der Reis (Oryza) z. B. keimt binnen 24 Stunden auf, Anastatica noch früher. Bei anderen Pflanzen keimt der Same erst in 1—3 Jahren. Auch die Keimfähigkeit bewahren die Samen verschiedentlich lang. Manche Grasarten (das Getreide) konservieren ihre Keimfähigkeit viele Jahre hindurch,*) während die Samen des Kaffeebaums (Coffea) ihre Keimfähigkeit gewöhnlich früher verlieren, ehe sie aus ihrer tropischen Heimat nach Europa gelangen. Die Samen der Weiden (Salix) büssen ihre Keimfähigkeit im Verlaufe einiger Tage ein. U. s. w.

Manche Samen keimen schon an der Mutterpflanze, zeigen also die sogenannte Viviparie. Darunter sind allerdings nicht jene abnormen Fälle zu verstehen, wo z. B. bei regnerischem und warmem Wetter im Sommer die reifen Ähren des Weizens oder die Samen in den Früchten von Agrostemma, Tetranema, Impatiens u. a. zur Keimung gelangen. Die

*) Die Nachrichten, denen zufolge Weizen aus den ägyptischen Pyramiden (aus der Zeit der Pharaonen), wenn er ausgesäet worden ist, noch keimte, haben sich als unrichtig herausgestellt.

vivipare Keimung ist eine konstante und erbliche Eigenschaft, welche sich infolge besonderer biologischer Umstände entwickelt hat und liegt daher die Vermutung nahe, dass sie im Reiche der Angiospermen verbreiteter ist, als man bisher weiss.

Am bemerkenswertesten ist diese Erscheinung bei einigen Gattungen der Familie der *Rhizophoraceen* (Rhizophora, Kandelia, Bruguiera, Ceriops), aber auch *Avicennia* und *Aegiceras* (Myrsinac.) sind dadurch ausgezeichnet. Sie alle setzen in den sumpfigen Buchten der Tropen die sogenannte Mangroveformation, von der bereits auf S. 396 Erwähnung getan wurde, zusammen. Ein Beispiel der Mangroveviviparie sehen wir an der abgebildeten Gattung *Rhizophora* (Fig. 634). Gleich nach dem Abblühen beginnt sich eine Tätigkeit in der reifgewordenen Frucht zu äussern. Aus der Mikropyle tritt vorerst ein schwammiges Endosperm heraus, welches sich an der Samenschale ausbreitet und einen Arillus nachahmt (vergl. die Abbildung bei Cook). Dieses Endosperm hält lange aus und ist der Zuführung von Nährstoffen sowie der Ernährung der jungen Keimpflanze dienlich. Der, in dem Endosperm des Samens eingebettete, keimende Embryo treibt ein Hauptwürzelchen, welches das äussere Endosperm durchbricht, sich fortwährend verlängert und allmählich in ein zylindrisches Hypokotyl übergeht. Dieses verdickt sich stark, so dass es schliesslich, samt der Wurzel, zu einem mächtigen, bis 1 *m* langen, sehr schweren und massiven Ausläufer heranwächst. Es steckt in dem Samen mit den röhrenförmig verwachsenen Keimblättern, von denen es sich schliesslich gliederweise abteilt, indem es bereits einige junge, grüne Blätter an seinem Ende trägt. Die abgeteilten Kotyledonen bleiben in der Frucht stecken, das Hypokotyl aber mit der endständigen Blattknospe fällt ins Wasser, wo es vermöge seines bedeutenden Gewichts im Schlamme versinkt und sich verankert, hier zahlreiche Seitenwurzeln treibend, welche binnen kurzer Zeit festen Fuss fassen. Hier fallen also im wahren Sinne des Wortes statt der Früchte ganze junge, beblätterte Pflanzen vom Baume. Diese Vorrichtung ist für die genannte Rhizophora dadurch von Vorteil, dass das aufgekeimte Pflänzchen sich rasch im Schlamme befestigt und sofort Wurzel fasst, während die Früchte, wenn sie unaufgekeimt ins Wasser fallen würden, vom letzteren lange hin und her geworfen werden würden, bevor es einer von ihnen gelänge, sich im Schlamme festzumachen und aufzukeimen.

Nähere Details über diesen Gegenstand siehe in den Arbeiten Warmings, Goebels, Schimpers, Treubs und Karstens.

Goebel beschreibt weitere Viviparien bei *Crinum asiaticum* (Amaryll.) und *Cryptocoryne ciliata* (Arac.)

Einen besonderen Fall der Viviparie kann man in unseren Glashäusern an der allgemein kultivierten amerikanischen Pflanze *Rivina laevis* L. (Phytolac.) beobachten, welche nicht so sehr durch ihre kleinen Blüten, als

vielmehr durch ihre lebhaft purpurn gefärbten, in lange Trauben zusammengestellten, runden Beeren dekorativ wirkt. Wenn diese Beeren reif geworden sind, so fallen sie nie ab, sondern bleiben dieselben so lang an der Pflanze, bis das, aus deren Oberfläche herauswachsende, lange, mit Härchen bewachsene, bleiche Würzelchen zum Vorschein gelangt. Kurze Zeit darauf



Fig. 634. Viviparie. *A—C*) **Rhizophora mucronata** Lm., keimende Samen, *m*) Mikropyle, *k*) durch die Mikropyle und das Endosperm (*e*) hervorbrechende Wurzel, *c*) verwachsene Kotyledonen. *D*) **Rhizophora conjugata** L. Blühender und zugleich mit reifenden und keimenden Früchten (*i*, *a*) besetzter Zweig, *c*) Kotyledonen, *h*) Hypokotyl, *k*) Hauptwurzel. (Nach Karsten.)

kommt an dem gegenseitigen Ende das lange Hypokotyl mit grünen Kotyledonen heraus — es drängt sich also eine ganze junge Pflanze aus der Beere. Diese fällt zu Boden und bewurzelt sich dort erst dann, wenn sie das ganze Perisperm im Samen und das Fleisch der Beere ausgesaugt hat. Ich kann nicht sagen, ob sich die genannte Pflanze auch in ihrer Heimat so verhält, und finde auch in der Literatur nirgends eine Nachricht über diesen Gegenstand. In den Glashäusern ist die beschriebene Erscheinung aber etwas regelmässiges.

Die Frucht. Wir kommen in Verlegenheit, auf welche Weise wir zu allseitiger Befriedigung die Aufgabe der Behandlung dieses Themas lösen sollen. Wenn wir alle Kategorien und Modifikationen der Früchte aufzählen und beschreiben sollten, so würde dazu allein ein umfangreiches Buch nicht hinreichen; bei Beschränkung auf die Aufzählung der markantesten Beispiele werden sich wieder gewiss Kritiker finden, welche uns die Ausstellung machen werden, dass wir den Stoff nicht erschöpft haben. Unserer Ansicht nach ist es für den Rahmen unseres Werks hinreichend, wenn wir bloss die allgemeinen Sachen behandeln und die hauptsächlichen Kategorien, welche die systematische Botanik unterscheidet, aufzählen werden. An einigen besonders belehrenden Fällen wollen wir dann noch die biologisch-morphologische Einrichtung einiger bewunderungswürdigen Früchte erläutern.

Im wesentlichen sind alle Früchte nur eine anatomische Veränderung der heranwachsenden Karpelle oder auch anderer Blütenbestandteile nach der Befruchtung. Es kommen also keine neuen morphologischen Organe hinzu, höchstens etwa verschiedenartige Emergenzen, Trichome und Effigurationen. Die anatomische Differenzierung der Gewebe in den heranwachsenden Früchten ist so gross, dass in der vollständig entwickelten Frucht die früheren einfachen Fruchtblätter oder andere Blütenbestandteile kaum zu erkennen sind. Wer möchte z. B. in der reifen Kirsche den gewesenen einfachen, einfächrigen und ein Eichen enthaltenden Fruchtknoten ahnen; wer möchte in der Frucht der Haselnuss erkennen, dass sie uns den gewesenen, unterständigen, zweifächrigen Fruchtknoten vorstellt, welcher von den Vorblättern α, α', β' umgeben ist. Oder wer möchte es sagen, dass die Eichel des Eichenbaums dem gewesenen dreifächrigen, sechs Ovula enthaltenden Fruchtknoten entspricht, unterhalb dessen sich der Blütenstiel zum schüsselförmigen Gebilde erbreitert hat.

Durch das morphologische Studium der Früchte können wir uns am besten überzeugen, wie sich ein einfaches Organ durch anatomische Differenzierung verändern kann und dass deshalb auch anderwärts die anatomische Differenzierung der Gewebe (z. B. in den Stämmen) die morphologische Bedeutung des betreffenden Organs zu verändern nicht imstande ist.

Aber noch weitaus wertvollere Erkenntnisse erlangen wir durch das Studium der Früchte in biologischer Beziehung. Hier finden wir so viele sinnreiche Apparate zum Verstreuen und Vertragen der Samen und Früchte

in die Umgegend, dass wir mit Erstaunen und Bewunderung zugeben müssen, dass diese Apparate nicht durch Zufall entstanden sein konnten, wie die Anhänger Darwins behaupten, sondern dass sie ihre Entstehung der inneren, seelischen Energie der Pflanze verdanken, welche sich der äusseren biologischen Umstände bewusst ist, zu welchem Zwecke sie entsprechende Organe an ihrem Körper realisiert. Auf dem, mit phytogeographischen und geologischen Erwägungen verbundenen Studium der Früchte lässt sich eine ganze Evolutionstheorie aufbauen.

Der wesentlichste Bestandteil der Früchte pflegt das Karpell zu sein, aber ebenso können auch der Kelch, die Krone, das Perigon, der Blütenboden, der Blütenstiel und das Receptaculum an der Bildung der Frucht Anteil nehmen. Die, den oder die Samen umfassende Fruchtwandung heisst Fruchtschale (Perikarp). Häufig ist diese Wandung in 2—3 Schichten verschiedenen Gewebes differenziert, weshalb man manchmal ein Epikarp und Endokarp unterscheidet. Ein hübsches Beispiel bietet uns die Frucht von *Prunus domestica* oder *Juglans regia*, deren Epikarp fleischig und Endokarp steinhart ist und in deren Innern sich der in eine Samenschale (testa) eingehüllte Same befindet. Das Perikarp kann also verschiedenartigen morphologischen Ursprungs sein, obzwar es manchmal eine auffallend ähnliche Gestalt hat. So haben die Iridaceen und Liliaceen eine gleiche, trockene Kapsel, obzwar diese bei den ersteren aus dem Fruchtknoten und Receptaculum und bei den letzteren bloss aus dem Fruchtknoten entstanden ist. Wenn die Karpelle ein zusammengewachsenes Ganzes (einen Fruchtknoten) bilden, so entsteht hiedurch eine ganze Frucht, welche Synkarpium genannt wird. Wenn an der Achse mehrere freie Karpelle sitzen, so entsteht schliesslich aus dem Ganzen ein Apokarpium (eine Sammelfrucht).

Früchte, zu deren Bestandteilen auch die umgewandelte Achse oder der umgewandelte Blütenstiel oder endlich noch andere Teile des Blütenstandes gehören, heissen Scheinfrüchte (Fragaria, Ficus, Morus, Ananassa).

Die Systematiker unterscheiden folgende Formen der echten Früchte:

A) Trockene Schliessfrüchte, deren Perikarp trocken ist und welche sich nicht öffnen und nicht zerfallen, da sie in der Regel nur einen einzigen Samen enthalten. Hieher gehört die Achäne (achaenium), eine einsamige Schliessfrucht, mit einem, an den Samen nicht angewachsenen Perikarp. Beispiele: Die Compositen, Polygonum, Ranunculus. Die Karyopse (caryopsis), eine einsamige Schliessfrucht mit einem Perikarp, das mit dem Samen vollkommen verwachsen ist. Beispiel: Die Gramineen. Die Nuss (nux), eine einsamige Schliessfrucht mit einem lederartigen, holzigen oder steinharten Epikarp. Beispiele: Palmae, Quercus, Corylus. Die Nuss ist aber in vielen Fällen von der Achäne schwer zu unter-

scheiden. Wenn die Achäne geflügelt ist, so heisst sie Flügelfrucht (samara), wie bei Ulmus.

B) Trockenfrüchte, welche mehrsamig sind und in mehrere, nicht aufspringende, einsamige Stücke zerfallen. Hieher gehört die sogenannte Bruchfrucht (lomentum). Beispiele: Raphanus, Coronilla.

C) Trockenfrüchte, welche sich in zwei oder mehrere Teile auflösen (Spaltfrüchte, Schizokarpien). Die einzelnen Teile heissen Merikarpien. Beispiele: Die Umbelliferen. Hieher können auch die Früchte der Labiaten, Boragineen und einiger Malvaceen gezählt werden.

D) Trockenfrüchte, welche sich auf verschiedenartige Weise öffnen und unterschiedlich zahlreiche Samen herauslassen. Hieher gehört die Balgfrucht (folliculus) der Gattung Helleborus, die Hülse (legumen) der Leguminosen, die Schote (siliqua) der Cruciferen und mannigfaltige Kapseln (capsulae).

Die Kapsel ist ein sehr weiter Begriff, welcher die mannigfaltigsten Formen trockener, mehrfächriger und mehrsamiger Früchte enthält, die sich auf jede mögliche Weise auftun (durch Löcher, Spalten, Zähne Klappen, Deckel). Beispiele: Hyoscyamus, Lilium, Lychnis, Primula, Rhododendron, Plantago, Anagallis. Eine besondere Art der Kapseln bildet die Gattung *Euphorbia* und deren Verwandtschaft, deren Klappen sich elastisch von der Mittelsäule abreissen und den einzigen Samen einschliessen. Dies erfolgt mit grosser Vehemenz und Geprassel. Die verwandte Gattung *Hura* knallt hiebei mit grossem Getöse. Die Kapseln der Gattung *Impatiens* fliegen in einzelne Klappen sehr elastisch auseinander, wobei die Samen weit fortgeschleudert werden.

Steinfrüchte (drupa) werden nicht aufspringende, saftige Früchte genannt, deren Perikarp von aussen fleischig und innen hart ist (der sogenannte Steinkern, putamen). Beispiele: Prunus, Juglans.

Die Beere (bacca) ist eine Schliessfrucht, dessen ganzes Perikarp fleischig ist. Beispiele: Vaccinium, Ribes, Lonicera.

Diese Einteilung der Früchte muss aber nur als ein annäherndes Schema angesehen werden, welchem sich die verschiedenen Formen der Früchte mehr oder weniger nähern. Es gibt aber sehr zahlreiche Übergangsfälle, wo wir uns in Verlegenheit befinden, wohin wir dieselben einreihen sollen. Dem Morphologen ist allerdings in jedem Falle die Schulnomenklatur gleichgültig, denn seine Aufgabe ist es, darzulegen, aus welchen morphologischen Bestandteilen die Frucht zusammengesetzt ist, mag ihre Gestalt welche immer sein.

Was die Trockenfrüchte anbelangt, so gilt die allgemeine Regel, dass eine Frucht, welche eine grössere Anzahl von Samen enthält, bemüht ist, diese Samen in die Umgebung zu verstreuen, zu welchem Behufe sie sich frei machen und deshalb auf irgend eine Weise öffnen oder zerteilen muss. Wenn die Frucht nur einen einzigen Samen enthält, so

braucht sie sich nicht zu öffnen, weil sich die Frucht dann geradeso wie der Same verhält. Deshalb haben die Achänen auch verschiedenartige Flugapparate u. s. w.

Die Scheinfrüchte stellen ebenfalls einen unklar abgegrenzten morphologischen Begriff vor. Man sagt, es seien das solche Früchte, welche nicht nur durch den Fruchtknoten, sondern auch durch andere Bestandteile der Blüte, namentlich durch die Achse (den Blütenboden) gebildet werden. Demzufolge ist z. B. die Frucht der Gattung *Carex* und *Scabiosa* auch unecht, denn hier gehört die äussere Hülle den Vorblättern an, in welchen sich die eigentliche Schliessfrucht verbirgt. Die Früchte der *Ochnaceen*, deren Kelche sich mehr oder weniger vergrössern und färben, wären also auch unecht. Die aus zahlreichen Schliessfrüchtchen in einem hohlen, fleischigen Receptaculum zusammengesetzte Frucht der Gattung *Rosa* müsste auch eine unechte Frucht sein. Die Frucht der Gattung *Opuntia* würde gleichfalls hieher gehören, denn sie besteht aus einer Cupula, in der sich viel Fleisch befindet, welches aus den fleischig gewordenen Nabelsträngen entstanden ist. Die Frucht der Gattungen *Mirabilis* und *Stellera* ist von der vergrösserten Perigonbasis umfasst — also auch eine Scheinfrucht.

Eine markant unechte Frucht finden wir bei dem tropischen Baum *Anacardium occidentale*, dessen Blütenstiel heranwächst und fleischig wird, indem er die Gestalt einer Birne annimmt, an welcher am Ende eine, einer grossen Fisole ähnliche Schliessfrucht sitzt.

Von gleichem morphologischem Werte, aber ganz anderem Habitus ist die Frucht der zu den Urticaceen gehörigen, exotischen Pflanze *Laportea gigas* (Taf. VIII, Fig. 15—17). Die kleinen Blüten setzen eine verzweigte, reiche Inflorescenz zusammen. Nach dem Verblühen vergrössert sich der Blütenstiel und biegt sich derart ein, dass die kleine, vom Perigon eingehüllte Schliessfrucht sich unter diesem verbirgt. Mehrere solche Früchte setzen an einem Zweige ein kugeliges, rosarotes Knäuelchen, welches einer Himbeere auffallend ähnlich ist, zusammen. Einige solche Knäuelchen gruppieren sich dann zu einem verzweigten Fruchtstande. Man kann diese Pflanze mit ihren Früchten häufig in unseren Glashäusern sehen.

Fragaria vesca trägt zur Fruchtzeit eine rot gefärbte, kugelige Beere, an deren Oberfläche in regelmässigen Entfernungen kleine Schliessfrüchte in Grübchen eingesenkt sind. Die Beere ist hier der fleischige, kegelförmige Blütenboden, welcher bei der Gattung *Potentilla* zur Fruchtzeit unverändert bleibt.

Die fleischigen Früchte von *Ficus Carica* sind das fleischig gewordene Achsenreceptaculum, in welches innen eine Menge von kleinen Schliessfrüchten eingesenkt ist.

Die fleischigen Früchte von *Morus nigra* sind die fleischig gewordene Achse des Blütenköpfchens und die fleischig gewordene Perigone, welche die kleinen Schliessfrüchte einhüllen.

Die Früchte der kultivierten Bromeliacee *Ananassa sativa* stellen einen kopfgrossen Zapfen dar, dessen zahlreiche, in eine Ähre gruppierte Blüten im ganzen (die Fruchtknoten und die Perigone) samt den Brakteen und der Inflorescenzachse verwachsen und fleischig werden. Die Achse wächst dann weiter und bildet eine endständige Blattrosette.

Als Beispiel einer hochgradig zusammengesetzten Frucht kann die interessante Gattung *Pteranthus* aus der Verwandtschaft der Paronychiaceen (Fig. 635) dienen. Es ist dies eine einjährige Pflanze, welche in den Wüsten Nordafrikas, Arabiens und des Orients vorkommt. Zur Zeit der Reife fallen von der Pflanze keilförmige, wie steifes Papier trockene Gebilde ab, welche von strauchförmigen, stachligen Zweigen abgeschlossen sind, zwischen welchen sich drei trockene, in das Perigon eingehüllte Schliessfrüchte verbergen. Dieser ganze Apparat setzt sich also aus drei Früchten, einem Hauptzweig (dem abgeflachten Teile), vier Vorblättern und drei beblätterten Zweigen — also eigentlich aus einem ganzen Blütenstande — zusammen. Das flache Gebilde dient als Flügel zum Verfliegen in der Umgebung und die harten, stachlig-beblätterten Zweige haben den Zweck, das Festhalten an Gegenständen, eventuell an Tieren zu erleichtern. Siehe hierüber die schöne Arbeit Murbecks.



Fig. 635. **Pteranthus dichotomus** Forsk., Frucht, vergr. (Nach Murbeck.)

Die Morphologie der Früchte bezieht sich nicht nur auf die Sicherstellung der Veränderungen der gewesenen Blütenbestandteile, sondern auch der Art und Weise, wie die Früchte sich öffnen oder wie sie zerfallen, um die Samen zu verstreuen. Die Ausgestaltung der Früchte unterliegt unendlichen, manchmal geradezu erstaunlichen Variationen. Auch in einer und derselben Familie kommen so bedeutende Umwandlungen desselben Organs (z. B. des Fruchtknotens) zustande, dass die extremen Formen sich ganz und gar unähnlich sind. Sehen wir einmal, welche Gestaltungen die ursprünglich einfache Hülse (das einfache Fruchtblatt) der Leguminosen annehmen kann bei: Pisum, Medicago, Onobrychis, Coronilla, Hippocrepis, Mimosa, Cassia Fistula. Als besonders bewundernswerte Hülse bilden wir in Fig. 636 jene von *Hippocrepis biscontorta* ab, welche spiralig zusammengedreht, eingeschnürt und in zweihornige

Teile geteilt ist, welche schliesslich zerfallen. Die gleichfalls abgebildete *Mimosa farinosa* (Fig. 636) hat eine flache, gerade Hülse, welche sich in einsamige Glieder auflöst, von der Hülse bleibt aber ein steifer Rahmen (*a*) übrig. Eine ähnliche Metamorphose der ursprünglichen, einfachen Schote in der Familie der *Cruciferen* sehen wir an einer Reihe von Beispielen: Brassica, Thlaspi, Camelina, Neslia, Isatis, Clypeola, Tetracme, Raphanus, Crambe. Viele Gattungen der Papilionaceen und Cruciferen stehen sonst in einem nahen Verwandtschaftsverhältnisse und sind sich ähnlich und dennoch weicht die Form ihrer Früchte sehr von einander ab. Hieraus und aus anderen Umständen geht hervor, dass diese Metamorphose der Früchte in verhältnismässig kurzer Zeit erfolgte. Reicht ja doch das Alter dieser Pflanzen kaum in die Hälfte der Tertiärperiode. Es resultiert daraus weiter die Belehrung, dass die Pflanzenevolution sich manchmal in einem sehr raschen Tempo abspielen kann.

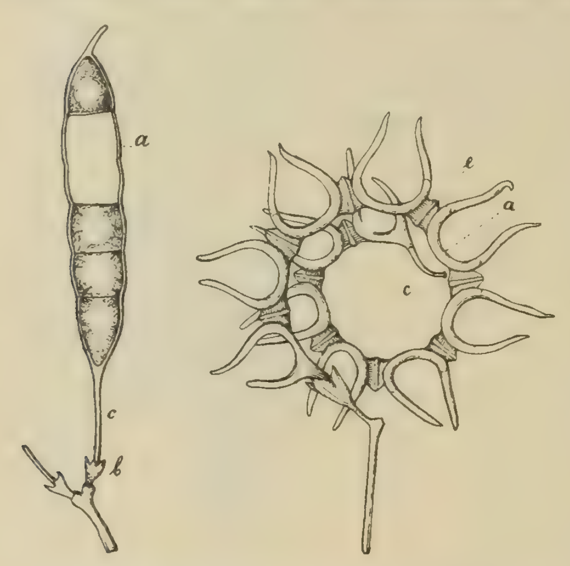


Fig. 636. Früchte (Hülsen) von **Mimosa farinosa** Grsb. (links), *a*) Rahmen, *c*) Fruchtstiel, *b*) Kelch; **Hippocrepis biscontorta** Cur. (rechts), schwach vergrössert, *a*) die Stelle, wo der Same eingeschlossen ist, *e*) Linie, in welcher die Hülse bricht, *c*) Griffel. (Original.)

Als ein weiteres Beispiel der Reihentransformation der Früchte führen wir aus der Familie der *Rosaceen* die Gattungen Rosa, Fragaria, Potentilla, Geum, Rubus, Spiraea, Poterium, Prunus, Pirus an.

Eine morphologisch interessante Frucht ist die Caryopse, welche in unveränderter Form alle Gräser charakterisiert. Es ist dies eigentlich eine Schliessfrucht, deren Perikarp dicht mit der Testa und diese wieder mit dem Endosperm verwachsen ist, so dass aus der ganzen Frucht ein homogenes, durchscheinendes Ganzes entsteht, in welchem bloss an einem mikroskopischen Durchschnitt die vormaligen morphologischen Bestandteile nach den differenzierten Zellenschichten unterschieden werden können. Den grössten Teil der Frucht füllt das mächtige, grosszellige Endosperm an, welches in seinen Zellen eine Menge von Stärkekörnern und Eiweisspartikeln enthält (Fig. 637). Die äusserste, gleichfalls aus dem gewesenen Embryosacke entstandene Schicht ist aus grossen Zellen zusammengesetzt,

welche mit Eiweissstoffen (ohne Stärke) angefüllt sind, die, mit Wasser vermischt, sich in Kleber umwandeln. Der Embryo ist von aussen bloss in das Perikarp und die Testa eingehüllt und legt sich mit Hilfe des Scutellums (S. 326) an das Endosperm am unteren Ende der Caryopse an. In den Gattungen *Avena* und *Hordeum* ist die Caryopse zur Reifezeit dauernd auch noch in die Deck- und Vorspelze eingehüllt. In der Gattung *Coix* ist die Caryopse mit den Überresten der ganzen weiblichen Inflorescenz in die knochenartig-verhärtete, rundliche Scheide des spreitenlosen Stützblatts eingehüllt (die unechte Pimpernuss). Etwas ähnliches sieht man in der Gattung *Cornucopiae*. Nur bei einigen *Bambuseen* verwandelt sich die Caryopse in eine Beerenfrucht von der Grösse eines Apfels.

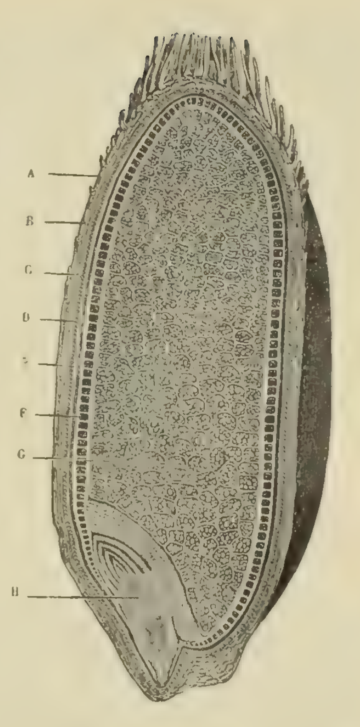


Fig. 637. Caryopse von **Triticum sativum** im Längsschn. A, B) Perikarp, C, D) Testa, E) Nucellus, F) Kleberzellen, G) Endospermzellen mit Stärkekörnern, H) Embryo. (Nach Baillon.)

In der Fig. 638 ist ein weiteres interessantes Beispiel der Fruchtmetamorphose gegeben. Es ist dies *Alyxia monilifera*, welche in die Familie der *Apocynaceen* gehört, wo, wie bekannt, der Fruchtknoten sich aus zwei, zwei Fächer bildenden Karpellen zusammensetzt. Zur Reifezeit teilen sich aber beide Karpelle in zwei lange, einfächrige Follikel mit zahlreichen Samen an der Längsplacenta. Hier geschieht es nun weiter, dass sich jeder Folliculus absatzweise quer einschnürt, was bei *Alyxia* so weit geht, dass aus dem Folliculus eine Reihe von Kügelchen entsteht, welche durch dünne Stielchen getrennt sind. Die Kügelchen sind einfächrig und enthalten einen Samen mit einem ruminierten Endosperm. Schliesslich zerfallen die Kügelchen in die Quere. Oft entwickelt sich in dieser Weise nur der eine von beiden Follikeln. In der Form, wie wir sie an der abgebildeten Frucht von *Alyxia* sehen, würde freilich niemand den gewesenen einfachen, zweifächrigen Fruchtknoten suchen.

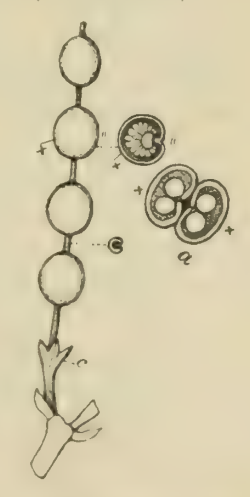


Fig. 638. **Alyxia monilifera**, Frucht, schwach vergrössert, rechts zugehörige Durchschn., *a*) ursprünglicher, 2karpelliger Fruchtknoten, *c*) Kelch. (Original).

Eine andere, morphologisch interessante Frucht hat *Paederia Pringlei* Gr., ein mexika-

nischer, schlingender Strauch aus der Familie der Rubiaceen (Fig. 639) gebildet. Der unterständige Fruchtknoten ist hier ursprünglich zweifächrig; zur Reifezeit verwandelt er sich in eine trockene Kapsel, welche sich an der Basis abreisst. Die äusseren Schalen des Perikarps fallen ab und im Inneren kommen zwei abgeflachte Samen mit reichlichem Endosperm zum Vorschein. Die Samen sind am Rande in einen Rahmen eingesetzt, welcher sich von den Wänden des Perikarps abgeteilt hat und am Ende an einem festen Faden hängt, welcher gleichfalls vom Rücken des Perikarps abgeteilt ist. Überdies laufen aus der Basis des Rahmens noch zwei Fädchen (*e*), welche ebenfalls von dem Perikarp abgeteilt sind. In der verwandten Gattung *Leptodermis* (Fig. 639) teilt sich von den Wänden des Perikarps ein ganzes Netz von Adern ab, welches dann den Samen gänzlich einhüllt. Hier springt die Kapsel bis zur Basis in fünf Klappen auf. Diese Abtrennung der Fäden von der Fruchthülle kommt bei exotischen Früchten häufig vor. *Schenkia* (gleichfalls eine Rubiac.) hat z. B. auch eine zweiklappige Kapsel, deren Klappen in ein Netz von Fäden eingehüllt sind, welche sich von der Aussenwand der Klappen abreissen. *Elutheria nobilis* Tr. Pl. (Meliac.) hat eine Kapsel, welche in vier harte, bis zur Basis reichende Klappen aufspringt. Zwischen den Klappen bleibt ein schmaler Streifen (eine unvollständige Scheidewand) übrig, welche mit dem Rande der Klappen durch ein ganzes System fester Fäden im Zusammenhange bleibt. Die Samen der Gattung *Xanthoxylon* hängen aus der Frucht an einem langen Faden, welcher von dem Placentastreifen abgetrennt ist. Die zahlreichen Balgfrüchte an der verlängerten Blütenachse der Gattung *Magnolia* öffnen sich in zwei Klappen und lassen einen grossen, an einem langen Faden hängenden Samen heraus. Dieser Faden hat sich vom Funiculus abgetrennt. Die Beerenfrüchte der Gattung *Haemanthus* (Amaryl.) lassen einen einzigen, an einem langen Faden hängenden Samen heraus, welcher aus der umgewandelten Scheidewand im Fruchtknoten entstanden ist (Hildebrand).

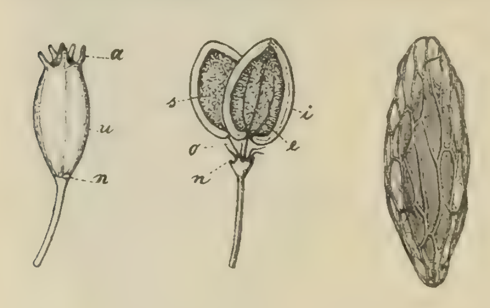


Fig. 639. **Paederia Pringlei** Gr., reife Fruchtkapsel, an der Basis (*n*) zuletzt zerreissend, *a*) Kelchzähne, *u*) trockenes Perikarp; rechts nach dem Wegfallen des Perikarps, zwei Samen (*s*) im Rahmen (*i*) eingefasst und an den Fäden (*o*) herabhängend, *e*) Seitenfäden. (Original.) Rechts Same von **Leptodermis lanceolata** Wall. von Endokarpfasern umgeben. (Nach Schumann.)

Interessante Früchte produziert *Goodenia trichophylla* DC. (Austral.). Hier springt die trockene Kapsel in vier Klappen auf, wobei die ganze Scheidewand wie ein grünes Blättchen samt den zahlreichen, geflügelten Samen herausfällt.

Sehr sonderbare Früchte haben einige Gattungen der *Proteaceen* (Hakea, Grevillea u. a.) entwickelt. Es handelt sich da eigentlich um eine Balgfrucht, welche 1—2 sehr zusammengedrückte und zart geflügelte Samen enthält. Diese Frucht springt in zwei sehr stark holzige Klappen auf, welche den zarten Samen eingeklemmt hatten. Diese Vorkehrung dient gewiss zum Schutze des jungen Samens zur Trockenzeit.

Wir haben da nur einige Proben morphologisch interessanter Früchte gegeben. Nicht minder interessant sind die Früchte, welche diverse Apparate zum Vertragen ihrer Samen in der Umgebung entwickeln. So gelangen wir zu einem wichtigen und sehr umfangreichen Kapitel der Fruchtökologie. Leider ist es uns nicht möglich, in dieser Beziehung in die Einzelnheiten einzugehen und wir müssen uns daher darauf beschränken, den geneigten Leser auf das, dieses Thema behandelnde vortreffliche Werk Kerners zu verweisen.

Die, die Deckspelzen in den Ähren der Gramineen abschliessenden Grannen pflegen an der Basis spiralig gewunden zu sein und sind bei vielen Gattungen (*Avena*) dem Verstreuen der Caryopsen dienlich. In der Gattung *Stipa* (S. pennata) sind sie sehr verlängert und mit abstehenden Haaren bewachsen. Die harte Deckspelze hüllt die Caryopse ein und diese wird dann durch die federige Granne mit Hülfe des Windes weit über die Steppe oder Felsen hinwegvertragen. Beim Niederfallen bohrt sich die Deckspelze mit der scharfen Basis gleich einer Nadel in den Boden leicht ein. Die Granne ist sehr hygroskopisch, indem sie sich bei feuchtem Wetter auseinander- und bei trockenem Wetter zusammendreht. Durch diese Bewegung bohrt sich die scharfe Spitze in die Erde, wo dann die Caryopse aufkeimt. In Australien und Nordamerika verhält sich die Gattung *Aristida* in ähnlicher Weise. Wenn eine solche Frucht durch den Wind in das Fell der weidenden Schafe gelangt, bohrt sie sich manchmal auch in die Haut ein und verursacht so gefährliche Verwundungen.

Das hygroskopische Prinzip des Einbohrens der Früchte bei Stipa erscheint noch in einer ganz anderen Verwandtschaft, nämlich bei der Gattung *Erodium*. Die Früchtchen unseres allgemein bekannten *Erodium Cicutarium* bohren sich mittelst ihrer hygroskopisch sich drehenden Granne in ähnlicher Weise in den aufgeweichten Boden ein.

Dass es eine unzählige Menge von Fruchtarten gibt, welche mit Flügeln versehen sind, mit deren Hülfe sie durch den Wind in die Umgebung vertragen werden, ist wohl jedem bekannt (Acer, Fraxinus, Betula). Auch verschiedene Haare und Pappuse an den Früchten dienen zu demselben Zwecke. Die Achänen der Compositen (Taraxacum) sind mit einem Pappus, dem umgewandelten Kelche, versehen, welcher beim Wehen des Windes die Achänen weithin durch die Luft trägt. In ähnlicher Weise ist der Flugapparat der Gattungen *Valeriana* und *Centran-*

thus (Taf. VII, Fig. 13) entwickelt. *Bidens* hat den Pappus in steife, mit Widerhaken versehene Borsten umgewandelt, welche sich in unsere Kleidung einbohren und darin festhalten, wenn wir im Herbste an Teichufern vorübergehen.

Einige Gattungen der Familie der *Acanthaceen* besitzen zweifächrige, in zwei Klappen aufspringende Kapseln (Carlowrightia, Asystasia, Pseuderanthemum). Dieses Aufspringen erfolgt sehr elastisch und rasch, so dass die, an besonderen Hakenborsten (krallenartigen Auswüchsen aus der Basis des Funiculus) sitzenden Früchte durch diese Bewegung weithin fortgeschleudert werden (Fig. 640). Die erwähnten Hakenborsten (Jakulatoren) sind sehr fest und elastisch und ragen (zu je einem oder zwei) aus jeder Klappe einander gegenüber heraus, wodurch sie zur Reifezeit das rasche und gewaltsame Zerreissen beider Klappen bewerkstelligen.

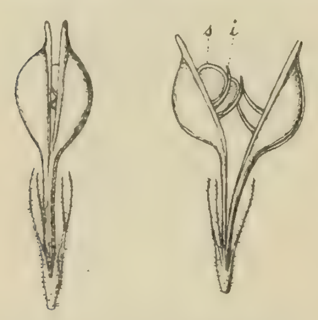


Fig. 640. **Carlowrightia glandulosa** Rob. Fruchtkapsel zweiklappig aufspringend und vermittels der Jakulatoren (*i*) die Samen (*s*) fortschleudernd. (Original.)

Unsere zarte Waldpflanze *Oxalis Acetosella* reift zu länglichen Kapseln aus, welche durch eine Längsspalte am Rücken der Fruchtblätter (Fächer) aufspringen. Aus den Fächern schnellen dann die Samen in die Umgebung hinaus. Die Samen sind in die innere braune Schicht der häutigen Testa eingehüllt, welche aber von der durchsichtigen, dicken, knorpeligen Testaschicht umgeben ist, die beim Eintrocknen den, von ihr abgelösten Samen elastisch herausschleudert. Wenn wir die Samen aus den reifgewordenen Kapseln vorsichtig herausnehmen und dieselben auf der Hand in die Sonne legen, so können wir schön sehen, wie die Samen aus der knorpeligen Hülle herausfliegen.

Viola silvatica und deren verwandte Sommerarten haben in ihren Früchten ebenfalls Schleudermechanismen (Fig. 641) ausgebildet. Die Früchte sind hier dreieckige, in drei freie Klappen aufspringende Kapseln, welche an der wandständigen Placenta die reihenweise angeordneten Samen enthalten (sie springen auf dem Rücken der Fruchtblätter auf). Die Klappenränder ziehen die Samen immer mehr und mehr durch die Tätigkeit des muskulösen Karpellrückens zusammen, bis sie durch die Einwirkung dieses Drucks elastisch herausfliegen. Die entleerte Klappe schliesst dann die beiden geraden Ränder zusammen.

Eine ähnliche Erscheinung des Herausschleuderns der Achänen finden wir bei der Tropenpflanze *Dorstenia* (Morac. — Taf. VIII, Fig. 18—20). Hier sind die Früchte kleine, kugelige Achänen, welche in ein flaches, fleischiges Receptaculum versenkt sind. Jede Achäne ist von zwei Perigonschüppchen umgeben, welche sich schliesslich stark knorpelig ver-

dicken und durch einen ausgiebigen Druck die Achäne herausdrücken. Diese schnellt dann aus der Scheibe auf bedeutende Entfernung heraus.

Die Samen der *Orchideen*, namentlich bei den epiphytischen Arten in den Tropenwäldern (S. 348), sind überaus klein, einem feinen Pulver ähnlich, aber in ungeheuerer Menge in der Kapsel vorhanden. Sie besitzen aus der Testa gebildete, zarte Flügelchen oder eine überaus zarte Hülle, mit deren Hülfe sie sich leicht in die Lüfte erheben. An den Placenten wachsen zwischen den Samen fadenähnliche Zellen mit sehr verdickten Wandungen heraus, in welchen sich dünne Kanälchen befinden, die auf die Oberfläche hinausführen. Diese Fäden flechten sich im Trockenen fortwährend schlangenförmig durcheinander, wodurch die Samen aus der aufgesprungenen Kapsel hinausgeworfen werden (Fig. 642). Es sind das also wahre Elateren, deren Zweck derselbe ist, wie bei den Elateren der Lebermoose.



Fig. 641. **Viola silvatica Fr.** 1) Dreiklappig aufgesprungene Kapsel, 2) dieselbe noch geschlossen, 3) Querschnitt durch die letztere, 4) Querschnitt durch die aufgesprungene Klappe, 5) dieselbe nach der Fortschleuderung der Samen; α, β) Vorblätter, *a*) schwielig verdickte Kommissur, *b*) Zerreissungslinie, *c*) Placenta, *s*) Samen, *k*) Kelch. (Original.)

Eine eigentümliche Einrichtung haben die Fleischfrüchte der in den Gärten kultivierten Pflanze *Ecballium Elaterium* (Cucurbit.). Sie sind ellipsoidisch, von der Grösse einer Walnuss und zur Reifezeit hängen sie an einem senkrechten, langen Stiel herab. Bei der geringsten Berührung lösen sie sich ab, indem sie vom Stiele abfallen, wobei sie durch den bedeutenden Druck der in der Frucht enthaltenen Flüssigkeit zugleich mit derselben auch die Samen durch die entstandene Öffnung herausspritzen.



Fig. 642. **Anguloa Roezli Hort.** Die aus der Placenta hervorwachsenden Elateren zerstreuen die kleinen Samen. (Original.)

Wir könnten mit der Aufzählung von Schleuderfrüchten bis ins Unendliche fortfahren (Lathyrus, Lupinus, Salvia, Cyclanthera, Montia, Dictamnus u. s. w.).

Selten sind die Fälle solcher Früchte, welche Schwimmvorrichtungen haben und welche durch die Wellen der Seen, Flüsse, Bäche, Teiche und des Meers an die Ufer getrieben werden (Sparganium, Cocos nucifera, Cerbera Manghas).

Beeren und überhaupt Fleischfrüchte, welche auch mehrere Samen enthalten können, sind für die Verbreitung durch Vögel und andere Tiere bestimmt, denen sie zur Nahrung dienen, wobei aber die im Magen unverdaut gebliebenen Samen durch die Excremente in der ganzen Gegend verbreitet werden. Auf diese Weise verbreiten sich bei uns namentlich *Sambucus nigra* und *Sorbus aucuparia*, von denen die letztere (die Eberesche) auf die erwähnte Weise auch auf Mauern, Türme, alte Schlösser und Ruinen gelangt. In Kiefernwäldern vertragen die Amseln und Drosseln die Beeren und Samen der parasitischen Mistel (Viscum). In den botanischen Gärten Europas sind die Amseln eine wahre Plage, weil sie durch ihre Excremente die Samen von Sambucus nigra, Prunus Mahaleb und diverse Crataegusarten verschleppen, welche dann auf allen Beeten als lästiges Unkraut aufkeimen.



Fig. 643. **Renealmia calcarata** Andr. Aufgesprungene Fruchtkapsel die Blüte nachahmend; *a*) Hochblatt, *b*) Ährenachse, *c*) Blattscheide in die Ligula (*d*) auslaufend, *e*) Blatt, *f*) Klappen der Fruchtkapsel. (Original.)

Man sagt, dass die Beerenfrüchte deshalb lebhaft gefärbt seien, um die Aufmerksamkeit der Vögel schon von weitem zu erregen. Als besonderes Beispiel der Färbung einer nicht zu den Beeren gehörenden Frucht kann die exotische Pflanze *Renealmia calcarata* Andr. (Fig. 643) angeführt werden, deren grosse Kapseln in drei lebhaft gelb gefärbte Klappen aufspringen, während die zahlreichen, feurig roten und in einen

roten Arillus eingehüllten Samen an den drei Placenten einen länglichen Kegel bilden. Das Ganze ahmt von fern ungewöhnlich getreu eine geöffnete Blüte nach. Vielleicht sollen dadurch die Vögel auf die Samen aufmerksam gemacht werden, welche sie verzehren und in die Wälder vertragen. Übrigens können wir mit Grund vermuten, dass in den tropischen Floren noch viele interessante Nachrichten über die Ökologie der Früchte zu erhalten sein dürften.

Schliesslich müssen wir noch einer eigentümlichen und bisher biologisch wenig erforschten Erscheinung an den Früchten gedenken, nämlich der Heterokarpie oder des Fruchtdimorphismus. Wir haben schon oben, auf S. 1074 auseinandergesetzt, dass die kleistogamen und chasmogamen Blüten manchmal ganz verschieden gestaltete Früchte hervorbringen. Aber auch ausserhalb dieser kleistogamen Fälle bilden manche Pflanzen aus uns unbekannten Gründen zweierlei Früchte. So gibt es viele Arten der Gattung *Valerianella*, welche an den ersten Zweigen der Dichasien Früchte tragen, die dreimal grösser sind, als die Früchte an den letzten, dünnen Zweigen (V. Huetii Boiss., V. Morrisonii var. macrocarpa Vel.). Die Composite *Calycadenia* (Amer. boreal.) trägt die weiblichen Zungenblüten hinter den äusseren Spreublättern, die allmählich in Hüllblätter übergehen. Die Früchte dieser Blüten sind grösser, verkehrteiförmig, höckerig-gerunzelt, ohne Pappus, während die Früchte aus den inneren, zwitterigen Blüten lineal, der Länge nach furchig oder glatt sind und einen schuppigen grossen Pappus tragen. Die nur wenig differenzierten äusseren und inneren Achänen in dem Köpfchen der Compositen kommen häufig vor. Die Fälle, wo eine und dieselbe Pflanzenart auf einem Standorte anders gestaltete Früchte als auf einem anderen oder auch auf demselben Standorte, aber an verschiedenen Individuen entwickelt, fallen eher unter den Begriff der Rassevariation. Hieher muss wohl auch der »Dimorphismus« der von P. Sagot beschriebenen (Bull. de la Soc. bot. de Fr. 1879) *Jubelina riparia* Juss. eingereiht werden.

Die Evolution der Pflanzen.

Begriff der Evolution. — Stand der Evolution vor Darwin. — Die Prinzipien der Evolution. — Die Theorie Darwins. — Die Theorie Lamarcks. — Das gegenseitige Verhältnis derselben. — Der Vitalismus. — Mimikri. — Die zwecklosen Organe. — Der Ornamentalismus. — Die Heterogenese (Mutation). — Die elementaren oder kleinen Species. — Die Entstehung der Organismen. — Die ultramikroskopischen Organismen. — Das Verhältnis des Menschen zu der Tierwelt. — Die Entwicklung der Pflanzenwelt im Verlaufe der geologischen Perioden. — Die Aufklärung der Glacialperiode. — Die geologischen Perioden. — Die Stabilisierung der alten Pflanzentypen und die Entwicklung der modernen Typen.

Nach Beendigung der morphologischen Auseinandersetzungen unseres Werkes habe ich lange überlegt, ob ich dieses Kapitel, mit welchem wir das ausgedehnte Gebiet der Naturphilosophie betreten, anfügen oder gänzlich weglassen solle. In unserem Werke haben wir uns stets auf dem festen Boden solcher Fakta bewegt, welche jedermann von neuem untersuchen und kontrollieren kann; jetzt aber treten wir an die Aufgabe heran, Fragen des Kausalzusammenhanges von Naturerscheinungen zu lösen, wozu uns grossenteils ein unvollständiges und stellenweise bloss ungenügend durchforschtes wissenschaftliches Material zu Gebote steht, so dass wir nicht selten zur Aufbauung von Theorien unsere Zuflucht nehmen müssen, deren Beständigkeit und allseitige Verlässlichkeit nicht immer gesichert ist. Namentlich das Erforschen der letzten Ursachen der Entwicklung der Organismen hat eine mehr oder weniger spekulative Natur.

Aus dem Inhalte der vorangehenden Kapitel haben wir die Erkenntnis gewonnen, dass die Pflanzenorgane im Verlaufe der geologischen Perioden sich verändert haben, wodurch auch die Pflanzenarten eine Änderung erfuhren. Auf diese Weise entwickelten sich die Pflanzen einer Periode aus den Pflanzen der vorangegangenen. Wenn wir dann die ganze Zeit, während welcher sich die Erdoberfläche von Uranfang her zu ihrer jetzigen Form ausgestaltet hat, überblicken, so sehen wir, dass die Pflanzenwelt eine fortschreitende Entwicklung aus den ersten organischen Anfängen durchgemacht hat. Diesen Prozess nennen wir Evolution oder Descendenz, was allerdings der ähnlichen Evolution im Tierreiche entspricht.

Die Aufgabe der Evolutionslehre ist, festzustellen, welche Pflanzen (Arten, Gattungen, Familien) aus anderen im Laufe der Zeiten entstanden sind, welche Ursachen auf die Umwandlung gewisser Pflanzen in andere eingewirkt und auf welche Weise sich die Pflanzenarten den gegenwärtigen Lebensbedingungen angepasst haben.

Wenn wir den gegenwärtigen Stand der Evolutionslehre überblicken, so können wir uns des Eindrucks eines grossen Chaos, welches die Auseinandersetzungen so vieler Evolutionsautoren in uns hervorrufen, nicht erwehren. Und ich vermute, dass auch auf andere, welche jahrelang auf irgend einem Gebiete der positiven Wissenschaft arbeiten, die Entwicklung der gegenwärtigen Evolutionstheorie denselben Eindruck macht.

Wir beabsichtigen nicht, uns in dem folgenden mit der eingehenden Untersuchung aller Ansichten der Evolutionisten zu befassen, auch mit deren Kritisierung wollen wir uns nicht abgeben; unsere Absicht geht bloss dahin, in möglichster Kürze die hauptsächlichsten und verbreitetesten dieser Ansichten zusammenzustellen, damit unsere Leser wenigstens annähernd in diesem Wissenszweige orientiert seien. Schon der Umfang dieses Kapitels erlaubt es uns nicht, uns in Details einzulassen. Hiebei soll uns wieder als Leitstern die Regel gelten, dass unsere Darstellung bündig und klar sei, was hier ganz besonders notwendig ist, weil eine, auf Grund abstrakter Begriffe aufgebaute Abhandlung leicht unverdaulich und unverständlich wird.

Bis auf die Zeiten Lamarcks und Darwins hat kein Naturforscher Grundsätze der Evolutionslehre zusammenhängend ausgesprochen, obzwar wir hie und da gewisse Anläufe zu Evolutionsgedanken sehen können. Vor Linné befand sich die Naturwissenschaft in einem traurigen Zustande. Pflanzen und Tiere wurden ohne System einfach beschrieben und aufgezählt. Noch Buffon (1707—1788), ein Zeitgenosse Linnés, war ein unversöhnlicher Gegner der Systematik des Letzteren und stellte nach altem Brauche Pflanzen und Tiere systemlos neben einander, wie es ihm gerade einfiel. Erst sein Nachfolger Cuvier begann die Tiere gruppenweise zusammenzureihen, indem er für dieselben vier Typen aufstellte: Wirbeltiere, Weichtiere, Gliedertiere und Asteroiden.

Aber schon vor Linné hat Tournefort (1656—1718) die ersten Umrisse eines Pflanzensystems angedeutet, indem er bereits die wichtigsten Gattungen hervorhob, zu welchen er alle zugehörigen Arten hinzuzählte, ohne den letzteren jedoch besondere Namen zu geben. Die Arten wurden bloss mit einer kurzen Beschreibung bei der betreffenden Gattung angeführt. So bedeutete z. B. Sambucus fructu in umbella nigro unseren gemeinen Hollunder, Sambucus nigra.

Linné (1707—1778) hat durch Gründung und detaillierte Durchführung des Pflanzensystems eine grundsätzliche und gesunde Wendung in den Naturwissenschaften überhaupt inauguriert

Obzwar sein, auf der Zusammensetzung der Geschlechtsorgane basierendes System grösstenteils künstlich ist und den heutigen Anschauungen nicht entspricht, so wurden dennoch schon von Linné die natürlichen und bisher geltenden Familien, Gattungen und Arten hervorgehoben. Seine binominale Artenbenennung (Gattung und Art: Anemone nemorosa) ist noch bis heute in Übung. Durch die Aufstellung natürlicher Pflanzengruppen mussten allerdings auch die ersten Gedanken über die verwandtschaftlichen Beziehungen der Arten und Gattungen auftauchen und lag dann die Frage nahe, warum gewisse Arten sich ähnlich sind und warum sie einen einheitlichen Typus oder ein Genus bilden.

Linné, seine Zeitgenossen und Anhänger glaubten nicht an die Evolution, sie betrachteten die Arten als etwas festes, von Urzeiten her unveränderliches, bei der Erschaffung der Welt von Gott ins Leben gerufenes. Das Imponierende des Linnéischen Systems war die Ursache davon, dass niemand an Evolutionsprobleme dachte. Jeder richtete damals sein Augenmerk nur auf das Sammeln, Beobachten und Einreihen der Pflanzen in Gattungen und Familien, wozu die ungeheueren Pflanzenvorräte aus verschiedenen Ländern ein willkommenes und reichliches Material boten. Es war das damals eine neue, moderne Idee, welche — wie auch anderwärts beim Auftauchen neuer Ideen — die Geister aller Naturforscher gefangen nahm.

Linné hat später seine Meinung dahin abgeändert, dass alle Arten einer Gattung durch Verwandlung einer Art entstanden seien. Gleichergestalt sei auch eine Familie aus einer einzigen Art als Urerzeugerin entstanden. Die Arten hätten sich dann durch Hybridation vermehrt. Linné pflegt von den modernen Botanikern als Autor geschildert zu werden, welcher von der Veränderlichkeit der Art, ihrer Entwicklung im Verlaufe der Zeiten und ihrer Adaptierung an die Lebensbedingungen keine Ahnung hatte. Die Sache verhält sich aber nicht so, denn dieser tiefe Denker war sich der Variabilität der Arten schon wohl bewusst, nur hat er ihr keinen grossen Wert beigelegt. So sagt er: »Varietates levissimas non curat botanicus«. Und an einem anderen Orte mahnt er zur Vorsicht: »Ne varietas loco speciei sumatur, ubique cavendum est. Errores gignunt, ut saepius coecutiamus, causae imprimis sequentes: 1. natura polymorpha, in suis operationibus nunquam cessans, 2. regionum et climatum diversa et singularis natura, 3. loca natalia remotissima, 4. brevitas vitae humanae, quae perit praecoci fato.«

In einem eigenen Kapitel (Philosophia botanica) sagt er über die Varietäten folgendes: »Varietates sunt plantae ejusdem speciei, mutatae a causa quacunque occasionali. Nomina generica, specifica et variantia literis diversae magnitudinis scribenda sunt. Sexus varietates naturales constituit; reliquae omnes monstrosae sunt. (Demzufolge sind also die männlichen und weiblichen Pflanzen einer dioecischen Art zwei Varie-

täten.) Varietates monstrosas constituunt flores mutilati, multiplicati, pleni, proliferi. Herbae luxuriantes fasciatae, mutilatae: in numero, figura, proportione et situ partium omnium, nec non saepius color, odor, sapor et tempus. Color facillime variat, praesertim ex coeruleo rubrove in album. Locus aquosus folia inferiora, montosus autem superiora findit. (Eine treffliche Bemerkung! Ganz richtig führt L. dann unter anderem als Beispiele Ranunculus aquatilis und Pimpinella an.) Cultura tot varietatum mater, optima quoque varietatum examinatrix est. Varietates diversas sub sua specie colligere, non minoris est, quam species suo genere collocare. Finem ludentis polymorphae naturae vix attingat botanicus, qui in varietatibus sese exercere velit.«

Aus dem angeführten und aus noch anderen Bemerkungen sehen wir, dass Linné von der Unbeständigkeit der Arten und ihrer Ursache genaue Kenntnis hatte und dass er den Wert der verschiedenen Varietäten besser begriffen hat, als die moderne Wiener und Jordanische Schule.

Die Evolutionslehre haben in ihrem ganzen Umfange erst Lamarck (1744—1829) und Charles Darwin (1809—1882) aufgerollt, obzwar, wie wir noch hören werden, der Boden für die gedeihliche Entwicklung dieser Lehre auch von anderen Forschern vorbereitet worden ist. Von dieser Zeit an bis auf die heutigen Tage hat sich mit dem Studium der Evolution eine ganze Reihe anderer Autoren beschäftigt, welche verschiedene Zusätze, Korrekturen und Zweifel bezüglich der Prinzipien der Evolution hinzugefügt haben, indem sich dieselben bald mehr zu Lamarck, bald mehr zu Darwin hinneigten. Heute gibt es keinen Naturforscher mehr, der von der Richtigkeit der Evolution nicht überzeugt wäre.

Bevor wir uns mit diesen Ansichten befassen werden, wollen wir darlegen, was die Grundlage der Evolution überhaupt bildet.

Wenn wir im Sommer von der Ebene aus die Sohle eines Berges betreten und auf diesem emporsteigen, so finden wir, dass eine und dieselbe Pflanzenart ihre Gestalt ändert, so dass z. B. in der Höhe von 2000 *m* Campanula rotundifolia von Stöcken derselben Pflanze in der Ebene sich so bedeutend unterscheidet, dass wir uns versucht fühlen, in beiden zwei verschiedene Arten zu erblicken. Ähnlich wird es uns ergehen, wenn wir das südliche Europa besuchen, wo wir zwar eine bedeutende Anzahl unserer mitteleuropäischen Arten finden, aber zugleich sehen werden, dass sie sich meistenteils von jenen unterscheiden, welche wir aus unserer Heimat kennen. Wir sehen also, dass durch den Einfluss des Klimas, der vertikalen Höhe und noch anderer Faktoren (Bodenbeschaffenheit, Lage etc.) eine und dieselbe Art andere Merkmale annimmt und zwar immer solche, welche, mit Rücksicht auf die Umstände, in welchen sie lebt, der Pflanze zum Vorteile gereichen. Auf diese Weise entstehen neue Abarten und Rassen, welche sich erblich erhalten, so dass dieselben

sich nach langen Jahrtausenden zu stabilen und guten Arten konsolidieren können. So entstanden die Arten auch in den verschiedenen geologischen Perioden. Aus den Arten der älteren Perioden konnten sich ganze Verwandtschaftsreihen in Gestalt von Gattungen und Arten der jüngeren Perioden entwickeln. Wir haben hier also die Reihenentwicklung ganzer Generationen (die Phylogenese) in demselben Masse, wie sich die Organe am Pflanzenkörper änderten, vor uns.

Die Gesetze dieser Entwicklung, welche von allen Evolutionslehren übereinstimmend als gültig anerkannt werden, sind folgende:

1. Das Prinzip der Evolution.
2. Das Fortschreiten von einfachen zu zusammengesetzteren oder vollkommeneren Formen.
3. Die Anpassung an die Lebensbedingungen (Adaptierung).
4. Die Vermischung zweier Arten (Hybridation).
5. Die Erblichkeit der zustandegekommenen Organe.
6. Die Verkümmerung der nicht benützten Organe (Reduktion und Abortierung).
7. Das plötzliche Erscheinen von Organen, welche die Urvorfahren hatten (der Atavismus).
8. Die Differenzierung von männlichen und weiblichen Organen zu vollkommener Kopulation bei den höheren Pflanzen.
9. Das Prinzip der Isolierung.

Nach dem ersten Gesetz entstanden die jetzt lebenden Pflanzen und Tiere in der verflossenen Zeit nicht — von Gott erschaffen — plötzlich, sondern entwickelten sich dieselben aus Arten der vorangegangenen Periode. Dadurch entfallen alle in den verschiedenen Religionen vorkommenden Märchen über die Erschaffung der Pflanzen und Tiere. Diesem Gesetze zufolge wurde auch der Mensch nicht von Gott erschaffen, sondern entwickelte er sich aus Vorfahren, welche auch den verwandten Affen ihre Entstehung verliehen haben.

Nach dem zweiten Gesetze waren die ersten Pflanzen auf der Erde den einfachen Algen ähnliche Gebilde, aus welchen zusammengesetztere, mit verschiedenartig differenzierten Vegetativorganen und Geweben ausgestattete Typen entstanden. Es waren dies wahrscheinlich den Laubmoosen ähnliche Pflanzen, aus welchen dann die Gefässkryptogamen und weiterhin die Phanerogamen hervorgingen.

Dem dritten Gesetze zufolge entstehen an der Pflanze zweckmässig eingerichtete Organe, welche den Bedürfnissen der Pflanze entsprechen. So ist eine auf trockenem Substrat und in der Sonne wachsende Pflanze in einen weissen Filz gehüllt, damit die Verdunstung vermieden und der Einfluss der Insolation gemindert werde. So versehen sich die im Gebüsch wachsenden, einen langen, dünnen Stengel aufweisenden Pflanzen mit Ranken, um sich an den Zweigen des Gebüsches festhalten zu können.

Auf diese Weise wachsen an den Früchten Flügel und Haare, um durch den Wind in die Umgebung vertragen werden zu können, oder sie werden beerenförmig, damit sie durch die, sie verzehrenden Vögel in entferntere Gegenden gelangen.

Dem vierten Gesetze gemäss können sich verwandte Arten kopulieren und eine gemischte Nachkommenschaft erzeugen, welche die Merkmale beider Arten an sich hat. So entsteht eigentlich eine neue, mittlere Art (ein Mischling, eine Hybride). Diese Bastarde sind entweder nicht selbst imstande, keimfähige Samen hervorzubringen, oder sie können, wie die Eltern, sich durch Samen weiter vermehren und sich so verhalten, wie eine selbständige Art. Hiedurch entstehen wirklich neue Arten in den natürlichen und grossen Familien und Gattungen. Dass sich die Pflanzen vermischen, ist jetzt aus unzähligen Erfahrungen bekannt. Dieser Prozess richtet sich nach gewissen Gesetzen, über welche nähere Belehrungen im Buche Lotsys*) nachgelesen werden können. Wenn zwei Arten fähig sind, einen Mischling zu produzieren, so sind sie gewiss nahe verwandt. Nichtverwandte Arten vermischen sich niemals. Durch diese Erkenntnis gelangen wir aber zu einem wichtigen morphologischen Momente. In vielen Familien nämlich (bei den Compositen, Orchidaceen etc.) vermischen sich zu fruchtbaren Bastarden auch solche Gattungen, welche wir nach den sehr abweichenden Merkmalen nicht einmal als Verwandte ansehen würden. Daraus muss geschlossen werden, dass eine grosse Verschiedenheit in den Blüten- und Vegetativorganen noch keinen Beweis für die Verschiedenheit in der Verwandtschaft abgibt. Und das ist uns abermals ein Fingerzeig, wie sehr vorsichtig man bei der Abschätzung der verwandtschaftlichen Beziehungen sein muss.

Die Bastardbildung hat, wie in der Jetztzeit, so auch in den vergangenen Zeiten eine grosse Rolle gespielt und durch sie hauptsächlich entstanden unzählige untereinander nahe verwandte Gattungen und Arten. Einige Autoren glaubten sogar, dass ursprünglich nur eine gewisse, bestimmte Anzahl von Arten erschaffen worden ist, welche sich nur durch Bastardbildung weiter entwickelt haben (Kerner).

Durch das fünfte Prinzip wurde das Gesetz der Erblichkeit ausgesprochen. Die Merkmale der Eltern werden auf die Nachkommenschaft übertragen, wodurch die Erhaltung bestimmter Arten im Verlaufe von Jahrtausenden erfolgt. Durch die Vererbung der erworbenen Organe ist überhaupt der Fortschritt der Entwicklung von weniger vollkommenen zu vollkommeneren Organen bedingt.

Durch das sechste Gesetz ist bestimmt, dass ein einmal zur Ausbildung gelangtes Organ, wenn dasselbe nicht zum Nutzen dient und wenn es demnach nicht benützt wird, im Verlaufe der Zeiten verkümmert.

*) Dort ist auch die ganze Evolutionsliteratur detailliert angeführt.

Hiedurch entstehen die sogenannten Rudimente, welche schliesslich spurlos verschwinden. Die Existenz der Rudimente bestätigt, dass die Lebensbedingungen und demnach auch die Lebensweise der Pflanzen und Tiere im Verlaufe der Zeiten sich veränderten, woraus wir am besten ersehen, dass wirklich auf der Erde verschiedene geologische Perioden existiert haben. Bei den Pflanzen kennen wir als Rudimente die Staminodien, verkümmerte Fruchtknoten, verkümmerte Blätter, verkümmerte Zweige, verkümmerte Blütenhüllen u. s. w. Beim Menschen sind es die Schwanzwirbel, der Blinddarm etc.

Ein entgegengesetzter Vorgang ist das Erstarken und die Entwicklung von solchen Organen, welche viel und häufig benützt werden. Dies dient zur Aufklärung der nicht nur morphologischen, sondern auch anatomischen Vervollkommnung der benützten Organe. Wir haben gesehen, dass auch der seiner Herkunft nach eine Trichombeschaffenheit besitzende Stachel Gefässbündel enthalten und sich in ein wichtiges Organ (Ranken bei der Gattung Smilax) verwandeln kann.

Durch das siebente Gesetz wird die Erfahrung hervorgehoben, dass nicht selten plötzlich ein Organ in einer solchen Gestalt, wie sie an der betreffenden Art nicht vorzukommen pflegt, zum Vorschein gelangt, oder dass überhaupt ein Organ erscheint, welches wir unter normalen Verhältnissen an der Pflanze nicht beobachten. Ein Beispiel: In den Blüten der Gattung Primula abortierte ein Staubgefässkreis zur Gänze; in abnormalen Fällen geschieht es, dass dieser Kreis wieder zur Entwicklung gelangt.

Durch das achte Gesetz ist der Vorgang der Kopulationsevolution ausgesprochen, welche wir bereits im I. Bande S. 49 u. f. besprochen haben. Bei den vollkommensten Tieren und Pflanzen sind die männlichen und weiblichen Organe streng differenziert, ja nicht selten auch an verschiedenen Individuen situiert. Es ist immer eine differenzierte weibliche und männliche Geschlechtszelle entwickelt.

Das neunte Gesetz setzt fest, dass Arten, welche sich aus verschiedenen biologischen oder auch geographischen Gründen mit anderen nicht vermischen können, sich dauernd in einer Richtung entwickeln, indem sie keine Übergangsformen zu anderen Arten bilden. Die Kopulation der isolierten Arten kann allerdings verschiedene Grade aufweisen, worüber das nähere in Romanes' Schrift nachgelesen werden kann. An letzter Stelle steht die Autogamie und Parthenogenese. Die isolierten Gattungen und Arten kommen häufig in systematischen und geographischen Abhandlungen zur Sprache. Es können isolierte Arten inmitten der umgebenden gegliederten Flora auf historisch-geographischer Grundlage, es können auch ganze, besonders ausgestaltete isolierte Floren infolge geographischer, von Urzeiten her andauernder Isolation oder auch infolge langer ungestörter Entwicklung im Verlaufe der geologischen Perioden existieren.

Darwins Theorie lehrt, dass sich die Arten auf der Erde durch natürliche Wahl (Selektion) und durch den Kampf ums Dasein entwickelt haben. Dies muss folgendermassen verstanden werden: Eine Pflanzen- oder Tierart lebt in irgend einer Gegend unter gewissen Lebensumständen. Am freudigsten wachsen und die beste Nachkommenschaft hervorbringen werden jene Individuen, welche die den Bedingungen am meisten entsprechenden Organe haben werden. Jene Individuen, bei welchen die betreffenden Organe schlecht zur Entwicklung gelangten, verkümmern und gehen mit der Zeit ganz ein. Es erübrigen also für die Zukunft immer nur die mit zweckmässigen Organen am besten ausgestatteten Individuen. Dies gibt auch die Auslegung dafür, warum sowohl die Tiere als auch die Pflanzen durchweg solche Organe besitzen, welche den äusseren Lebensbedingungen entsprechen. Die sehr zahlreich sich vermehrenden Pflanzen und Tiere leben in fortwährendem Kampfe um ihre Existenz, nämlich um Nahrung, Platz und andere Lebensvorteile. Solche Individuen, welche zu einem solchen Kampfe am besten ausgerüstet sind, also gesunde, starke, mit Verteidigungsorganen versehene Individuen siegen am ehesten, verdrängen die schwächeren und vermehren in der Zukunft ihre Nachkommenschaft. Dadurch wird die Vermehrung der lebensfähigsten und demnach am besten organisierten Arten reguliert.

Dadurch wird auch das Eingehen von Tier- und Pflanzenarten, wenn bei geologischen Umwälzungen ungewohnte Lebensbedingungen eintraten, erklärt. Weil ferner nicht nur das Klima, sondern auch der Boden und ganze Kontinente im Verlaufe der Jahrtausende auf der Erde vielfach sich verändert haben, so mussten auch die Tiere und Pflanzen fortwährend ihre Gestalt ändern, beziehungsweise aussterben. Demzufolge sind die heutigen Pflanzen und Tiere direkte Nachkommen der Arten vergangener geologischer Perioden, diese Arten wieder Nachkommen von Eltern älterer Perioden u. s. w. So hat sich die Gesamtheit der Geschöpfe des Erdballs aus ursprünglichen Urtypen zu verwandtschaftlichen Reihen entwickelt, deren schliessliche Glieder wir in der rezenten Zeit sehen. Ähnliche Merkmale der lebenden Arten weisen auf gemeinsame Eltern in den geologischen Zeiten hin. Diesen Verwandtschaftsbeziehungen entspricht das natürliche System der Pflanzen und Tiere.

Das ist in den Hauptumrissen der Auszug der Lehre Darwins. Wir sehen, dass diese Lehre sich eigentlich aus zwei Ideen zusammensetzt: aus der Evolutionsidee überhaupt und aus der Methode, nach welcher diese Evolution erfolgte. Darwin spricht zuerst deutlich das Evolutionsprinzip aus, er verwirft jedwede Erschaffung fertiger Arten durch Gott oder irgend eine mystische Macht. Hiedurch erfolgte ein kühner und grosser Fortschritt in den Naturwissenschaften überhaupt. Bis auf Darwin haben auch die Naturforscher an die Erschaffung der Arten in grauer Vorzeit geglaubt und wurde der Mensch stets von der sonstigen Schöpfung

als ein besonderes Geschöpf abgetrennt. Nun aber sollte der Mensch lediglich das letzte Glied der Tierkette und die Familie der Affen seine Verwandtschaft sein.

Es ist selbstverständlich, dass gegen eine solche Neuerung in der Weltanschauung vor allem seitens der Kirche und der dogmatischen Religionen überhaupt der entschiedenste Widerspruch erhoben wurde. Dies ist aber nichts neues, denn die Kirche hat sich in gleicher Weise gegenüber jedem Fortschritt in den Naturwissenschaften verhalten (Galilei, Giordano Bruno, Kopernikus). Der von Gott erschaffene Mensch wurde durch Darwin gewissermassen von seiner Würde degradiert. Aber auch gewisse Schichten gebildeter Naturforscher konnten sich lange nicht mit der Darwinischen Evolution versöhnen. Viele dagegen meldeten sich sofort als deren Anhänger, so von Botanikern: Hofmeister, A. Braun, Nägeli, Sachs, Čelakovský, Hooker, Heer, Strasburger, Delpino. Gegen Darwin sprachen sich aus: Kerner, Wigand, Cuvier, Agassiz, Virchow, bei uns in Böhmen Barrande und E. Purkyně.

Darwins Schriften zeichnen sich dadurch aus, dass sie sachlich sind und von unfruchtbarem Philosophieren und phantastischen Hypothesen sich fernhalten. Dadurch unterscheiden sie sich allerdings sehr von den Werken mancher zeitgenössischer Philosophen, welche, von Naturwissenschaften nichts verstehend, verschiedenartige, sinnlose Systeme der Weltevolution aufbauten. Darwin unternahm viele Reisen in fremde Länder und sammelte so ein reiches Material zu seinen Studien. Alles, was er behauptet, belegt er sofort mit (manchmal fast überflüssig vielen) Beispielen. Deshalb wirkten seine Schriften durch ihre Überzeugungskraft, deshalb erregten sie so viel Aufmerksamkeit. Allein seine Lehre war auch auf einen vorbereiteten Boden ausgesäet. Der Landsmann Darwins, Lyell, hatte bereits eine ganze Darstellung der allmählichen geologischen Veränderungen auf der Erde gebracht. Dem entsprach sehr gut die allmähliche Entwicklung der Pflanzen und Tiere auf der Erde.

Aber auch andere Forscher gelangten bei ihren Forschungen zu Resultaten, welche auf die Evolution hinwiesen. Es unterliegt keinem Zweifel, dass, wenn Darwin die Evolutionslehre nicht dargelegt hätte, dies nach ihm oder gleichzeitig mit ihm jemand anderer getan hätte. Über Lamarck werden wir noch sprechen. Die grösste Bedeutung für die Evolutionslehre in der Botanik hat nach unserer Meinung Hofmeister (1824—1877), ein genialer Arbeiter, welcher vor dem Erscheinen der Schriften Darwins auf Grundlage seiner Entdeckungen über die Kopulation der Moose, Farne und Gymnospermen den Generationswechsel der Pflanzen gelehrt hat (S. 165). Hofmeisters Vergleichung der Farn-, Muscineen- und Gymnospermenentwicklung gibt uns die grundlegendsten Momente der phylogenetischen Entwicklung der Hauptgruppen (Thallo-

phyta, Pteridophyta, Gymnospermae, Angiospermae). Diese Entwicklung spielte sich faktisch in den allerältesten Zeiten auf der Erde ab, wo sich diese Haupttypen zu differenzieren begannen. Es hat vielleicht noch kein Botaniker den wahren Wert der Entdeckungen Hofmeisters genügend begriffen, was ich nur dem zuschreibe, dass bei den neueren Botanikern die vergleichende Morphologie in Vergessenheit gerät. Nur Čelakovský hat in seiner, in böhmischer Sprache edierten Schrift »Rozpravy o Darwinově theorii« Hofmeisters Verdienst in vollem Masse beleuchtet und gewürdigt. Hofmeister hat tatsächlich vor Darwin die Evolution im Pflanzenreiche bewiesen.

Auch Nägeli hat schon vor Darwin sich in dem Sinne geäussert, dass einstmals eine Pflanzenart aus der anderen entstanden sein musste. Gleichfalls war A. Braun vor Darwin überzeugt, dass sich alle Geschöpfe auf der Erde aus den Urtypen der Vorzeit entwickelt haben.

Aber Darwins Verdienst besteht nicht nur in der Einführung der Evolution in die Naturwissenschaften überhaupt, sondern auch in der Einführung einer neuen Methode zur Lösung von Weltproblemen. Durch das Sammeln von Fakten und Beobachtungen in der Natur selbst müssen wir unsere Kenntnisse bereichern und aus den letzteren reelle Theorien ableiten. Durch blosses Philosophieren können Weltprobleme nicht gelöst werden — das weiss heutzutage jeder Naturforscher. Und trotzdem brüsten sich noch heute Philosophen mit der Behauptung, dass sie über allen Wissenschaften stehen, indem sie ihre Ergebnisse in allgemeine Schlussfolgerungen zusammenfassen und sich die Aufgabe beimessen, die Wissenschaft aller Wissenschaften zu vertreten. Wie können sie aber aus der Chemie, Physik, Botanik, Zoologie, Geologie etc. Gewinn ziehen, wenn sie von allen diesen Wissenschaften tatsächlich nichts wissen und nichts verstehen? Ja, die Herren Philosophen stehen nicht über allen Wissenschaften, sondern ausserhalb derselben und deshalb wird auch ein wirklicher Gelehrter ihr leeres Gerede niemals respektieren.

Es gibt nicht leicht eine andere wissenschaftliche Entdeckung, welche einen solchen Erfolg und eine so rasche Verbreitung aufzuweisen hätte, wie die Lehre Darwins. In kurzer Zeit nach dem Erscheinen der Schriften Darwins war wer immer Darwinist; in naturwissenschaftlichen Kreisen wurde überall nur über die Entstehung des Menschen gesprochen und wurden Stammbäume der Pflanzen und Tiere mit solchen Details aufgestellt, als ob jede Art in einer Matrikel eingetragen wäre. Wie weit derlei Exzentrizitäten der sogenannten »Darwinisten« gingen, beweisen uns die Arbeiten Haeckels. Statt dass jeder Botaniker und Zoolog die Bedeutung der Lehre Darwins in Erwägung gezogen und dieselbe in ihren Einzelnheiten geprüft hätte, wurde nicht nur das, was Darwin selbst geschrieben, sondern auch das, was seine falschen Interpreten gepredigt haben, wörtlich und kritiklos geglaubt. Doch wundern wir uns

nicht über einen solchen Missbrauch der Wissenschaft, denn so etwas geschieht immer. Ein Genius unter vielen Tausenden findet eine neue Idee, welche einen grossen Fortschritt in der Wissenschaft bedeutet. Sofort laufen dieser Idee alle jene Tausende geringwertigerer Gelehrter und Laien nach. Neun Zehntel der wissenschaftlichen Arbeiten sind stets eine Nachahmung irgend eines hervorragenden Vorbilds.

Während die Lehre Darwins ihrem Inhalte zufolge sich gut in die Zeit einfügte, welche durch die Blüte des Materialismus gekennzeichnet ist, fand die Lehre Lamarcks, welche sich doch auch mit der Entwicklung der Schöpfung auf der Erde, aber mehr vom idealistischen Standpunkte aus befasst, keine Beachtung und Würdigung. Lamarck lehrte schon vor Darwin deutlich, dass sich die Pflanzen den sie umgebenden Lebensbedingungen direkt anpassen, oder mit anderen Worten gesagt, dass die Pflanze stets direkt solche Organe entwickelt, welche sie benötigt. Lamarck sieht also nicht die Wahl, sondern das Erfordernis als Ursache der Entstehung der Organe an. Dieses Erfordernis aber äussert sich in der Pflanze als ein durch Reizung hervorgerufenes Gefühl. Also äussere Faktoren (Licht, Wärme, Feuchtigkeit, Gravitation, Wasser etc.) bewirken eine Reizung an bestimmten Stellen der Pflanze und infolge dessen wächst dann ein zweckmässig eingerichtetes Organ. Die Pflanze verhält sich da gewissermassen passiv.

Die Grundlage der Lehre Lamarcks wird unserer Meinung nach durch den Einfluss äusserer Impulse auf die Pflanze, also einer Reizung im weiteren Sinne dieses Wortes gebildet. Diese Reizung versetzt die Gewebe der ganzen Pflanze in Tätigkeit, wodurch sofort die entsprechenden Stoffe zur Erzeugung gelangen, auf den erforderlichen Ort geschafft und aus denselben die zugehörigen Organe erzeugt werden. Mit der Reizung hängt also auch die Lebensfunktion in der ganzen Pflanze, welche gleichsam das signalisierte Bedürfnis zur Kenntnis nimmt und darnach ihre Vorkehrung trifft, zusammen. In diesem Prozess manifestiert sich die aktive Tätigkeit des Pflanzenplasmas.

Das ist etwa das Wesen der Lehre Lamarcks.

Uns will es scheinen, dass diese Theorie von verschiedenen Autoren verschieden aufgefasst wird. Die einen geben zu, dass die Reizung als lokaler und zufälliger, keiner Leitung unterliegender Prozess wirksam sei. Spencer ist der eigentliche Repräsentant der Reizungstheorie, Wallace, Nägeli, Eimer u. a. neigten sich derselben ebenfalls zu. Wie undeutlich sich diese Autoren die Wirkung der Reizung vorstellten, ersehen wir aus der Bemerkung Nägelis, derzufolge die Blütenteile durch das Kratzen der Krällchen und Kauorgane der die Blüte besuchenden Insekten entstanden sein sollen! Da hätten also die Insekten gewissermassen aus der Blütenachse die Staubgefässe, Blumenblätter und -Krone herausgekratzt.

Allein eine passive und lokale Entstehung der Organe infolge einer Reizung dürfen wir niemals als existent annehmen und das hat eigentlich auch Lamarck gelehrt, obzwar er die Sache im Detail nirgends auseinandergesetzt hat. Denn da würde sich die Gestalt und würden sich auch die übrigen Eigenschaften des durch Reizung hervorgerufenen Organs niemals erklären lassen, wenn nicht gleichzeitig die ganze Pflanze in Mittätigkeit gezogen würde. Die Gestalt und Einrichtung eines zweckdienlichen Organs konnte nur durch die Leitung des inneren Pflanzenplasmas entstehen. Es ist so, als ob die Pflanze wüsste, welche Einrichtungen sie zu treffen und was für ein Organ sie zu bauen habe. Wenn dies nicht der Fall wäre, so müssten wir erwarten, dass manchmal an der Pflanze infolge von Reizung auch der Pflanze schädliche oder wenigstens beschwerliche Organe zum Vorschein gelangen. Beispiele solcher Organe vermag aber niemand anzuführen.

Durch die Theorie Lamarcks wird, wie aus dem Vorangeführten hervorgeht, eine innere, aktive Tätigkeit des Plasmas, welche die Entwicklung zweckmässiger und nützlicher Organe leitet, angenommen. Führen wir ein Beispiel an: Die Steppenpflanzen entwickelten sich Jahrtausende ebenso, wie die Pflanzen anderer Gegenden den ganzen Sommer hindurch. Im Verlaufe der Zeiten aber blieben im Sommer die Regen aus und weil infolge dessen auch die Entwicklung von Bäumen und Wäldern unmöglich wurde, gerieten die Landpflanzen im Sommer in eine regen- und wasserlose Sonnenglut. Diesem Übelstand bemühten sich die Pflanzen dadurch zu steuern, dass sie im Frühjahre, solange die Erde noch Winterfeuchte besass und solange sich noch Regen einstellten, rasch abblühten und Früchte brachten. Die durch die Assimilation der grünen Blätter angehäuften Stoffe zogen sich in die unterirdischen Partien (Schuppen, Wurzeln, Rhizome), welche infolge dessen sich verdickten und in Reservezwiebeln und Knollen verwandelten, in denen jetzt den toten Sommer und Winter über das Leben der Pflanze bis zum nächsten Frühjahre sich erhält. Deshalb ist die Mehrzahl der Steppenpflanzen mit Zwiebeln und Knollen versehen.

In der gegenwärtigen Zeit trat in den Kreisen der Naturforscher eine beträchtliche Abkühlung gegenüber der Lehre Darwins ein und die vergessene Lehre Lamarcks wird als zur Erklärung der Entstehung der Pflanzen- und Tierorgane geeigneter angesehen. Darwin wird das Prinzip des Zufalls in seiner Selektion, ferner das vorgeworfen, dass er fortwährend von der Erhaltung der geeigneten Organe spricht, ohne aber zu sagen, wie dieselben entstanden seien. Darwin führt an, dass ein Organ durch dessen Benützung sich vervollkommnet; aber wie ein Organ benützt werden soll, wenn es nicht vorhanden ist, oder wenn es eben vorhanden, noch unvollkommen und zur Benützung untauglich ist? Dementgegen gibt uns die Lamarcksche Theorie eine Erklärung des Ursprungs der Organe

Tatsächlich müssen wir zugeben, dass die eben erwähnten Bemänglungen eine schwache Seite der Lehre Darwins bedeuten. Dies wird jetzt von dem grösseren Teile der Zoologen und Botaniker (Spencer, Warming, Nägeli, Pauly u. a.) anerkannt und es nimmt fast wunder, dass dieser Mangel der Selektion Darwins nicht schon früher wahrgenommen worden ist.

Und wie es gewöhnlich geschieht, stehen jetzt Widersacher der Lehre Darwins auf, welche sie als unwissenschaftlich und unbegründet verwerfen. Es ist das wieder das Extrem einer neuentstandenen Idee. Aber, warum soll man die Lehre Darwins überhaupt über Bord werfen, da ja doch niemand die von Darwin nachgewiesenen Fakta zu leugnen vermag? Lamarcks und Darwins Theorien sind beide ihrem ganzen Umfange nach berechtigt, da ja eine Theorie die andere ergänzt. Wenn sich eine Pflanzenart mit zweckentsprechenden Organen versehen hat, so haben die grösste Existenz- und Dauerwahrscheinlichkeit jene Individuen, deren Organe am besten entwickelt sind. Wissen wir ja doch aus der Erfahrung, dass zwar jede Art ihre zugehörigen Organe, aber von verschiedener Qualität besitzt. Nicht jedes Pferd ist ein vorzüglicher Renner, nicht jeder Mensch ist gescheidt und vorsichtig. Die Selektion reguliert also mit Erfolg die Entwicklung der mit Organen versehenen Arten. Was ein Mangel der Lehre Darwins ist, das wird durch Lamarcks Theorie ergänzt.

Wenn wir die Lehre Lamarcks allseitig untersuchen, so finden wir an ihr denselben Mangel, wie an der Lehre Darwins – sie erklärt ebenfalls die letzte Ursache des Entstehens der Organe nicht. Wenn das Plasma die Entstehung neuer Organe infolge äusserlicher Einflüsse zu regulieren vermag, so müssen wir uns die Frage stellen, wie wir es uns erklären sollen, dass das Plasma der Pflanze die Notwendigkeit des Organs perzipiert, wie es kommt, dass es, gewissermassen nach vorangegangener Überlegung, gewisse Stoffe auf die bedrohte Stelle hintreibt und aus ihnen — manchmal fast auffallend sinnreiche — Organe aufbaut. Wenn dies bei einem Tiere geschieht, so antworten uns die Zoologen, dass dies eine innerliche, geistige Tätigkeit des Nervensystems ist. Aber die Pflanzen haben keine Nerven und kein denkendes Gehirn.

Wir stehen also wieder vor einem ungelösten Problem. An diese Grenzen gelangten auch viele Zoologen und diese bemühen sich die Sache dahin zu erklären, dass sie die Existenz der Seele oder die plasmatische Lebenskraft (hier speziell der Nerven, soweit es sich um die höhere Tierwelt handelt) annehmen, welche die gesamte Tätigkeit des Tierkörpers reguliert, ja auch zweckentsprechende Organe hervorzubringen und ebenfalls Organe ohne äusseren Impuls zu bilden vermag. Diese Lehre hat zuerst Gust. Bunge (im Jahre 1886 in seinem Lehrbuch der physiologischen Chemie) eingeführt und ausführlich auseinandergesetzt. Auf das botanische Feld hat diese Lehre im Jahre 1898 der russische Botaniker

Borodin versetzt. Diese Lehre wurde mit der Bezeichnung Vitalismus*) belegt. Eine eingehende Beschreibung des Verhältnisses des Vitalismus zum Lamarckismus und Darwinismus werden unsere Leser in Aug. Paulys Schrift »Darwinismus und Lamarckismus« (München 1905) finden. Pauly geht aber zu weit, denn er nimmt eine innere Kraft, Seele, welche das Tier regiert, als existent an.

Der Vitalismus steht in schroffem Widerspruch zu der mechanischen Betrachtungsweise der organischen Funktionen. Die Darwinisten und Materialisten bemühen sich, alle Funktionen der Organismen als solche eines aufgezogenen Mechanismus oder als passive Funktionen auszulegen. Der Vitalismus dagegen setzt eine aktive Tätigkeit des Plasmas voraus. Pauly und Schneider charakterisieren diese Fähigkeit durch drei Momente: Empfindung, Gefühl, Wille. Worin aber diese Fähigkeit des Plasmas besteht, das vermag niemand zu sagen. Es ist dies gewiss eine Molekular- und Atomtätigkeit, in welche unmöglich eingedrungen werden kann. Unser Denken und überhaupt unsere geistigen Funktionen sind etwas ähnliches. Wir wissen, dass sie ihren Sitz im Gehirn haben, kennen auch die Struktur des letzteren, aber was in dieser mikroskopischen Struktur beim Denken vorgeht, das wissen wir nicht. Doch das sind analoge Vorgänge, wie bei anderen Stoffen; so kennen wir die Eigenschaften des Eisens, wir wissen aber nicht, was in demselben vorgeht, wenn es magnetisch ist. Ebenso wenig kennen wir das Wesen der Elektrizität, der Schwere etc. Das sind insgesamt Erscheinungen, welche an verschiedene Stoffe gebunden sind, allein in welchem Verhältnisse sie sich zu diesem Stoffe befinden, das ist uns unbekannt. Der Mensch selbst und sein Nervensystem ist nur eine Form der irdischen und Weltmaterie überhaupt, welche verschiedene innere Veränderungen durchmacht, die sich durch irgend einen Effekt äusserlich manifestieren. So, wie wir den Chemismus der Materie nicht begreifen, so unbegreiflich ist uns auch die innere Tätigkeit des organischen Plasmas. Hier stehen wir vor der letzten Stufe der Kausalkette biologischer Erscheinungen, welche für uns ebenso unbegreiflich sind, wie die Probleme der Existenz und Ewigkeit der Materie und der Kraft, das Problem der Unteilbarkeit der Atome, das Problem des Raums, der Zeit, der Bewegung u. s. w.

Es werden auch Stimmen laut, welche davor warnen, dass wir beim Aufgeben der mechanischen und materialistischen Auslegung der Lebens-

*) Aber bald nach Bunge haben auch die Anhänger des Vitalismus neue Modifikationen der in Rede stehenden Anschauung zutage gefördert, so Rindfleisch den Neovitalismus, Reinke die »Dominanten« u. s. w. Reinkes »Dominanten« sind eigentlich nur eine konfus aufgefasste Bezeichnung der inneren plasmatischen Energie. Reinke versteigt sich einmal bis zu materialistischen Ansichten (indem er sogar den Maschinen »Dominanten« beimisst), ein andermal zu rein idealistischen Anschauungen.

funktionen in die Gefangenschaft des Mystizismus geraten. Ich, für meinen Teil, achte auf diese Warnungen und stimme daher mit Pauly u. a. nicht überein, welche schon die Existenz einer Seele (Psyche) bei allen Organismen überhaupt annehmen, einer Seele, die auch die den Funktionen des Plasmas vorangehende Urteilskraft ausübt und die Formationsfähigkeit des Tieres und der Pflanze regiert. Die Bezeichnung »Seele« passt schon deshalb nicht, weil dieselbe in den verschiedenen Religionen in ganz anderem Sinne gebraucht wird. Durch die Einführung eines Namens für das unbekannte Agens in dem organischen Plasma wird auch gar nichts erklärt. Wir dürfen auch nicht ausser acht lassen, dass jenes unbekannte Agens sowohl im Tier- als auch im Pflanzenreiche einen anderen Grad und eine andere Entwicklung besitzt. Anders äussert es sich bei den, ein Nervensystem besitzenden und anders bei den niedrigsten Tieren und Pflanzen, wo von Nerven überhaupt noch keine Spur vorhanden ist. Wozu auch in das Plasma gleich etwas mystisches hineinlegen? Seien wir aufrichtiger und bescheidener in unseren Beurteilungen. Sagen wir lieber, dass wir von der Tätigkeit des Plasmas überhaupt nichts wissen. Das ist das richtigste. Wir können lediglich diese Tätigkeit mit anderen Erscheinungen der Materie vergleichen. So z. B. ist es nicht ausgeschlossen, dass die Tätigkeit des Plasmas der Tätigkeit irgend eines Stoffs entspricht, welcher unter gewissen Umständen (einem äusserlichen Anstoss!) durch Aufnahme oder Ausscheidung einiger Elemente sich in anderer Gestalt und selbst auch mit anderen Eigenschaften, eventuell Funktionen zu zeigen vermag, oder welcher auf äusseren Impuls zwar sich gleich bleiben kann, aber neue, früher bei ihr nicht vorhanden gewesene Kräfte zu äussern imstande ist (Elektrizität, Magnetismus, Licht, Wärme). Auch das Plasma kann durch Aufnahme von Stoffatomen von aussen oder durch äussere mechanische Impulse, welche wir nicht einmal zu verfolgen vermögen, verschiedene Tätigkeiten und Formationsfunktionen aufweisen.

Die erwähnte Vergleichung des Chemismus der Materie und die damit gleichzeitig verbundenen Veränderungen der physischen Eigenschaften würden sich besonders gut für das Verständnis der Formationstätigkeit des Pflanzenplasmas eignen. So wie in der genannten Materie anscheinend Ruhe herrscht, so erscheint uns auch die Pflanze anscheinend tot. Dieser Zustand ist aber nur ein scheinbarer, denn in der Materie verbirgt sich eine Menge von Fähigkeiten zu chemischen und physikalischen Funktionen, welche sofort zutage treten, wenn von aussen gewisse Impulse sich einstellen. So sind auch in dem Pflanzenplasma ganze Programme morphologischer Tätigkeit enthalten, welche sich sofort realisieren, sobald gewisse Impulse von aussen zu wirken beginnen. Und diese Impulse sind eben die biologischen Bedingungen, von denen schon so oft die Rede war. Es sind dies also die latenten Fähigkeiten des Plasmas, deren

wir in unserem Werke bei verschiedenen Gelegenheiten öfters Erwähnung taten.*)

Die Weltmaterie ist im gesamten Weltall einheitlich, nur die Stadien, in denen sich dieselbe darstellt, sind verschieden. Auch die Elemente sind nur Stadien einer und derselben Materie. Die Veränderung dieser Materie erfolgt nach ewigen Gesetzen, in gleicher Weise auf der Erde, wie auf der Sonne und auf anderen Himmelskörpern. Die, mit der Materie verbundenen Kräfte richten sich ebenfalls nach ewigen Gesetzen, oder, besser gesagt (da es unmöglich ist, die Kraft zu definieren): die physischen Erscheinungen der Materie begleiten — gleichfalls nach ewig geltenden Gesetzen — die Veränderungen des Stoffs. Der Mensch, das Tier, die Pflanze sind auch ein besondere physische, durch bestimmte Gesetze geregelte Funktionen äusserndes Stadium dieser kosmischen Materie. Ebensowenig, wie wir den Prozess kennen, durch welchen die verschiedenen Mineralien unserer Erde aus dem ursprünglichen Nebulum, Helium, Wasserstoff und den einigen wenigen Stoffen, welche den Nebel unseres Sonnensystems zusammensetzen, sich entwickelt haben, geradesowenig wissen wir auch, warum und wie sich die Erdmaterie in ein organisches Plasma verwandelt hat. Noch weniger ist es uns bekannt, was in diesem Plasma vorgeht, wenn der Mensch denkt oder wenn die Rose blüht. Die Einheit des Stoffs und des Lebens auf der Welt hat schon Aristoteles gelehrt und auch in der Philosophie Leibnizs ist diese Lehre enthalten.

Dass die Elemente nur verschiedene Stadien des einen Urstoffs sind und dass sich ein Element in das andere zu verwandeln vermag, ist heute ein, auf Grundlage der Versuche moderner Chemiker unzweifelhaft sichergestelltes Faktum (Ramsay, Curie, Crookes, Dewar, Giesel). Interessant ist es auch, dass, den Reihen der Elemente analog, ähnliche Reihen organischer Verbindungen vorkommen, woraus wir den Schluss ziehen können, dass die Entstehung der mineralischen und organischen Stoffe nach einem bestimmten Systeme regelmässig erfolgt und dass gewiss auch die Entstehung und Veränderung des Plasmas nach ewig geltenden Gesetzen erfolgt, so dass auch die zweckentsprechenden Organe an dem Pflanzenkörper und alle vitalistischen Funktionen der Pflanze und des Tiers zuletzt nur Resultate der chemisch-physikalischen Tätigkeit des Plasmas sind.

Den neuesten Forschungen nach zu schliessen, muss man dafürhalten, dass alle physikalischen Erscheinungen nur das Resultat des molekularen Baues und der Bewegung des Stoffs sind. Wir dürfen uns der Hoffnung hingeben, dass uns in der Zukunft die Chemie und Physik wenigstens die grundlegendsten Gesetze enthüllen wird, nach denen sich die innere Molekulartätigkeit in dem Stoffe richtet und dass uns

*) Driesch nennt die latenten Fähigkeiten des Plasmas Potenzen. Sie entsprechen auch dem Idioplasma Naegelis.

dann nicht nur die Geschichte der kosmischen Körper, sondern auch die Funktionen des organischen Plasmas verständlich sein werden.

Stoff und Kraft sind in gleicher Weise an einander gebunden; wir können uns eines ohne das andere nicht vorstellen. Es kommt uns vor, als ob sie eines und dasselbe wären. Kein Stoff ist auch nur einen Augenblick lang ohne Kraft und darin beruht das grundlegende Moment alles Lebens im Weltall und in unserer irdischen Natur. Alles um uns herum und in uns bewegt sich durch das Leben (πάντα ῥεῖ). Die Äusserungsformen dieser Lebenskraft im Stoffe sind unendlich mannigfaltig und uns nur zum Teil bekannt. Der Chemismus, die Gravitation, das Licht, die Wärme, Elektrizität, der Magnetismus, die Bewegung, die plasmatische und psychische Energie — all das sind nur einige Beispiele der Kraft des Weltalls. Kraft und Stoff für sich allein sind undenkbar, sondern denkbar nur im Verhältnis zu einem anderen Stoff oder einer anderen Kraft — die absolute Beschaffenheit von Stoff und Kraft kennen wir nicht. Dass in dem Pflanzenplasma gleiche latente Fähigkeiten enthalten sind, kann durch viele Beispiele nachgewiesen werden. Der Thallus der Alge *Delesseria* entwickelt einen scheinbaren Stengel und Blätter wie bei den Phanerogamen, aber nicht bloss dies, selbst eine einzige Zelle der Gattung *Caulerpa* bringt dieselben, den gleichen Zwecken dienenden Organe hervor. Aus der Zelle eines Haars der Gattung *Begonia* kann sich eine Knospe entwickeln und diese zu einer neuen Pflanze aufwachsen. Auch Zellen in den Kartoffelknollen können zu einer Knospe aufwachsen. Hier sehen wir also, dass die Formationsfähigkeit der Pflanze im Plasma jedweden Teils der ganzen Pflanze enthalten ist und zwar nicht nur bei den höheren, sondern auch bei den niedrigsten Pflanzentypen. Dasselbe Organ mit derselben Funktion kann aus jedweder höchst oder niedrigst entwickelten Pflanze und zwar an welchem Orte immer entstehen.

Da in dem Plasma eigentlich alles enthalten ist, was wir an der Pflanze oder an dem Tiere sehen, so ist es begreiflich, dass durch die geschlechtliche und ungeschlechtliche Zeugung von neuem das sich wiederholt, was an den Eltern erfolgte. Vater und Mutter leben in ihrem Kinde weiter. Das Individuum stirbt nur dann ab, wenn es keine Nachkommen hinterlässt.

Das von der Pflanze oder dem Tier geäusserte Leben ist also eigentlich schon in der Weltmaterie und demnach auch in der leblosen Materie enthalten oder mit anderen Worten gesagt: das Entstehen der Organismen ist bereits in die Weltmaterie hineingelegt. Wenn wir die Zeitdimensionen in Abrechnung bringen, welche in der Geschichte des Weltalls nichts bedeuten und wenn wir erwägen, dass der Stoff des Weltalls einheitlich ist und sich gleichzeitig an unzähligen Stellen in der Gestalt des denkenden Menschen manifestiert, so sehen wir, dass die Gesamtheit uns ein, von Ewigkeit mit Leben begabtes und seiner selbst bewusstes Ganzes darstellt.

Helmholtz lehrt, dass die Kraft im Weltall einheitlich und ewig ist und nur in verschiedenen Formen sich äussert. Das organische Leben ist nun auch eine von diesen Phasen der Stoffkraft. Diese Anschauung stimmt beinahe mit der Lehre einiger Naturforscher überein, die nicht in der Materie, sondern in einer intelligenten Kraft (Gott) das wahre Wesen der Allheit erblicken. Diese Kraft soll ewig sein und beherrscht die Tätigkeit aller Himmelskörper, jeder plasmatischen Zelle und überhaupt jedes Atoms. Sie schuf und schafft die Materie in ihrer wechselnden Form.

Wir akzeptieren also grundsätzlich auch die vitalistische Anschauung, nur mit dem Vorbehalte, dass es nicht notwendig ist, in das organische Plasma etwas mystisches hineinzulegen. Wir wollen bloss die Lebensfunktionen der Pflanze beurteilen, sie vergleichen, aber nichts von den letzten Ursachen dieser Funktionen sprechen, weil wir davon nichts wissen. Wir zitieren hier den trefflichen Ausspruch Virchows: »Wie die Materie es macht, zu leben, das können wir nicht wissen; so müssen wir uns damit begnügen, zu erfahren, was sie dabei macht.«

Wir nehmen also die moderne vitalistische Anschauung an, welche besagt, dass die psychische Energie die Entstehung neuer Organe und die Neubildung der Arten bewirkt. Diese Energie ist aber in den meisten Fällen durch Signale der Aussenwelt oder durch den Bedarf dirigiert. Wie wir uns aber diese »Energie« vorstellen sollen, können wir nicht einmal annähernd sagen. Wir wissen bloss von ihrer Existenz, da wir sie aus ihrer Wirkung erkennen, aber ihr Wesen bleibt uns unbegreiflich wie so viele andere Naturerscheinungen. Manche werden vielleicht sagen, das sei eine metaphysische und daher unannehmbare Anschauungsweise. Dies ist jedoch unlogisch, denn in solchen Fällen, wo wir eine Erscheinung wahrnehmen und ihre Ursache nicht zu ermitteln vermögen, sind wir noch nicht berechtigt die Existenz dieser Ursache einfach zu negieren. Wir wissen z. B. auch, dass ein Stein zur Erde fallen wird, oder dass die Erde den Stein anzieht; wie aber diese Anziehung erfolgt, ist uns unbekannt. Daraus müsste also der durchaus unlogische Schluss folgern: da wir uns die Gravitationskraft der Erde nicht vorstellen können, so existiert keine solche Kraft.

Wir werden wohl unsere Kenntnisse über die organische Tätigkeit des Menschen und der Pflanze in evolutiver, physikalischer, chemischer und anatomischer Beziehung noch um einige Grade vertiefen können, aber die letzte Ursache der Wesenheit der Pflanze und des Menschen werden wir wohl kaum jemals erkennen, mögen wir sie »Seele«, »Geist«, »plasmatische Energie«, »Entelechie«, »Dominante«, »organische Kraft« u. s. w. nennen.

Diese letzte Ursache verbirgt in sich auch das Prinzip der Zweckmässigkeit, welches sich unserer Erkenntnis entzieht, denn wir werden

niemals zu beurteilen imstande sein, warum die gesamte organische Evolution auf der Erde erfolgt und vor sich ging, namentlich da wir doch wissen, dass alles einmal zugrunde gehen und die Erde mit allem, was sich auf derselben befindet, sich in dem weiten Raume des Weltalls neuerdings in Atome auflösen wird. Gleicherweise können wir die Existenz und Unendlichkeit der Weltkörper und ihre unendliche Veränderlichkeit nicht begreifen, indem wir nicht einzusehen vermögen, welches Endziel von der ganzen Organisation des Weltalls verfolgt wird, da gleichzeitig ganze Planetensysteme verschwinden und andere aus den Nebeln sich zu bilden beginnen. Durch dergleichen und eine ganze Reihe anderer Fragen gelangen wir auf ein uns ganz und gar unzugängliches Feld. Die Machtlosigkeit unseres Intellekts in diesen Sphären des Unbekannten erweckt Beklommenheit, aber zugleich auch Entschlossenheit zu dem Glauben, dass ausserhalb uns viele Sachen existieren müssen, welche mit unseren kausalen Hilfsmitteln nicht zur Lösung gebracht werden können.

Weil wir viele Lebenserscheinungen an der Pflanze haben, welche sich als durch äusseren Impuls hervorgerufene Funktionen nicht erklären lassen, nehmen wir weiter an, dass die vitalistische Energie im Pflanzenplasma auch Organe bilden kann, welche keinen besonderen Zweck für die Pflanze haben. Das Pflanzenplasma kann auch innerliche Zustände in Gestalt von Organen, deren wahre Bedeutung wir gar nicht einmal zu begreifen imstande sind, verkörpern.

Die ausgedehnteste Lebenstätigkeit entwickelt die Pflanze allerdings durch den Aufbau zweckentsprechender Organe auf Grund äusserer Impulse, wodurch die Lamarcksche Adaptation an biologische Bedingungen entsteht. Die Pflanze ist durch einen äusseren Impuls über den günstigen oder ungünstigen Zustand ihrer Existenz benachrichtigt, worauf sie gleichsam darüber erwägt, was zu tun sei, und dann den Geweben gebietet, die zugehörigen Stoffe zu produzieren und aus denselben ein Organ nach dem vorgelegten Plan herzustellen. So und nicht anders müssen wir uns die pflanzliche Adaptation vorstellen. Das ist aber eine eminent vitalistische Anschauung, eine Anschauung, welche das Vorhandensein einer intelligenten Energie im Pflanzenplasma annimmt.

Für den, der sich dazu bekennt, dass eine Lebensenergie existiert, welche infolge der Aufnahme von Impulsen von aussen zweckentsprechend eingerichtete Organe hervorbringt, werden alle Theorien über die Reizbarkeit bestimmter Organe und Gewebe zum mindesten überflüssig sein. Die Lehre von den verschiedenartigen Reizbarkeiten der Gewebe sagt, dass die mechanisch gereizten Stellen wachsen — also in passiver Weise. Demzufolge sollte aber an der gereizten Stelle wieder nur dasselbe Gewebe oder Organ wachsen. Wir sehen aber, dass infolge der Reizung andere Gewebe und andere Organe wachsen und dazu noch manchmal an einem anderen, nicht gereizten Orte. Die Lehre von der Reizung ist

rein mechanisch und betrifft bloss lokalisierte Affektionen. Man behauptet, die Wurzel wachse infolge der Reizung durch stärkehaltige Körperchen an der Gewebemembran. Nein, die Wurzel wächst nicht deshalb in der Richtung der Gravitation, sondern deshalb, weil die Pflanze in diesem Wachstum die meisten Vorteile findet. Wachsen ja doch anderwärts die Wurzeln in der Richtung der Feuchtigkeit, des Schattens, hier horizontal, dort senkrecht hinauf — und dennoch werden in diesen Fällen die Zellwände von keinen Körperchen gereizt. Wenn beim positiv geotropischen Wachstum der Wurzeln überfallende Körperchen vorkommen, so ist das eine sekundäre Erscheinung, welche zufälligerweise die hauptsächliche Erscheinung des geotropischen Wachstums begleitet und demnach dabei ohne alle Bedeutung ist.

Dass in den Organen unseres Körpers zusammengesetzte Funktionen ohne unseren Willen und ohne unser Bewusstsein vor sich gehen, ist eine bekannte Tatsache. Der Wille braucht also hier nicht zu intervenieren. Das sind Funktionen niedrigeren Grades als die durch geistiges Nachdenken und durch den Willen geleiteten Funktionen. Und die Funktionen der Infusorien stehen auf einer noch niedrigeren Stufe, so wie die Reflexbewegungen der niederen Tiere. Darnach sehen wir, dass in den durch die vitalistische Energie regierten Funktionen verschiedene Stufen vorhanden sind. Und deshalb kann auch bei den Pflanzen die plasmatische Energie ihren speziellen Charakter haben.

Dass die inneren Zustände sich auch äusserlich verkörpern können, das lässt sich allerdings nicht auch bezüglich der Pflanzen behaupten, weil dieselben vermöge ihrer Organisation von uns so weit entfernt sind, aber deutlich sehen wir dies am Menschen und an den Tieren. Der geistig arbeitende Mensch hat einen anderen Gesichtsausdruck als Leute, welche sich niemals mit einer geistigen Arbeit angestrengt haben. Ganze Klassen (Kasten) der Menschheit pflegen einen gewissen Charakter und eine gewisse Gestalt anzunehmen, ohne etwa einen verwandten Stamm zu bilden. Das ist die Folge der unbewussten Nachahmung. Der Polarfuchs ist deshalb weiss, weil er das Bild des ihn fortwährend umgebenden Schnees auch durch seine Färbung verkörpert. Der Kieferschwärmer (Sphinx pinastri) besitzt die Farbe der Kieferrinde, auf welcher er sitzt. Die Färbung des Tigers ähnelt der Umgebung des Lagers, in welchem er tagsüber zu ruhen pflegt u. s. w. Die Entwicklung und die Färbung der Mimikris wird von dem Selektionsprinzip erhalten und unterstützt.

Ein weiterer Grad der Verkörperung der inneren Plasmazustände ist die Verkörperung des Gefühls des Bedürfnisses. Das Tier bemühte sich, in der Luft zu fliegen, machte ganze Zeitalter hindurch verschiedene Versuche und sein Wunsch verkörperte sich in Gestalt von Flügeln. *Sargassum* und *Fucus* wuchsen ursprünglich am Boden des Meeres, aber im

Verlaufe von Zeitaltern verkörperte sich die Notwendigkeit auf der Oberfläche des Wassers zu schwimmen in der Form von Schwimmblasen.

Die Formationstätigkeit des Plasmas ist bewunderungswürdig, denn es bringt manchmal an der Pflanze aus einfachen Formen so zusammengesetzte und sinnreiche Organe hervor, dass wir den Eindruck haben, als ob da als Urheber ein denkender und überlegender Geist gewaltet hätte. Wir erinnern da an die in unserem Werke erwähnten insektenfressenden Kannen der Gattung *Nepenthes*, welche, allem nach zu schliessen, in kurzer Zeit, aus einfachen Blättern entstanden, denn nirgends finden wir allmähliche Übergänge. Etwas ähnliches sehen wir an den Blättern von *Dionaea* und *Utricularia*. Wie wir uns die Entstehung dieser Organe durch Selektion vorstellten sollen, vermag ich mir nicht vorzustellen.

An mehreren Stellen unseres Werks haben wir davon Erwähnung getan, dass ornamentale Formen der Blätter und namentlich der Blüten weder durch Zweckmässigkeit, noch durch Selektion, noch endlich durch Reizung gut erklärt werden können. Hildebrand u. a. haben schon darauf hingewiesen, dass manche Pflanzen verschiedenartig geformte Blätter entwickeln, ohne dass diese Formen irgend einem Bedürfnisse entsprechen würden, oder dass sie durch irgend einen äusseren Impuls hervorgerufen worden wären. Manche Blätter sind wie künstliche Arabesken nach allen Regeln der Ästhetik ausgeschnitten, geteilt, gefiedert und zusammengelegt, ohne dass wir sagen könnten, zu welchem Zwecke dies geschieht. Wir könnten im Gegenteile behaupten, dass ein einfaches Blatt dieselbe Funktion geradeso gut versehen könnte.

Aber nicht nur dies, ganze Pflanzen sind manchmal in einem Stil aufgebaut, welchem auch der strengste Künstler nichts fehlerhaftes auszusetzen vermöchte. Die ganze Pflanze bildet ein harmonisches, künstlerisches Ganzes.

Den Höhepunkt künstlerischer Schönheit aber erreicht die Blüte der phanerogamen Pflanzen. In diesen Blüten können wir mit erstaunender Bewunderung unendlich mannigfaltige Meisterwerke des Malers und Bildhauers zugleich studieren. Über den Zweck und die Bedeutung der Färbung der Blütenkrone wurden von verschiedenen Autoren sehr zuwiderlaufende Ansichten ausgesprochen. Die Mehrzahl stimmt darin überein, dass die Blüte und die Hochblätter oder andere Teile des Blütenstandes deshalb so intensiv gefärbt sind, um die Insekten auf sich aufmerksam zu machen, welche, in denselben Nektar suchend, die Bestäubung zustandebringen. (Siehe S. 1083.) Diese Ansicht wird dadurch unterstützt, dass in solchen Blüten fast immer Nektar entwickelt ist, dass solche Blüten meistenteils auch wohlriechend sind, während in anemophilen Blüten weder Wohlgeruch noch Nektarien bemerkbar sind. Versuche haben bewiesen, dass die Insekten sich tatsächlich nach der Farbe der Blüten richten,

während andere Versuche wieder nachwiesen, dass die Insekten mehr dem Geruche der Blüten nachgehen.

Wir sind ebenfalls der Ansicht, dass die Insekten sich beim Suchen des Nektars durch die Farbe der Blüten leiten lassen, aber diese Praktik erfolgt infolge der Erfahrung, dass eine in gewisser Weise gefärbte Blüte Nektar enthält. Es ist dies etwa so, als wie wenn jemand, der zu einem gewissen Ziele gelangen will, sich durch den Lauf eines Bachs oder durch Felsen, welche die Richtung des Wegs andeuten, leiten lässt. Da könnte man dann auch am Ende sagen, dass jener Bach oder jene Felsen nur deshalb da sind, damit die Menschen ihnen entlang ihren Weg finden.

Wir haben aber auch viele solche Blüten, welche viel Nektar enthalten, von den Insekten häufig aufgesucht werden und dennoch keine besonders gefärbte Kronen besitzen (Rhamnus, Salix, Acer, Ribes Grossularia, R. alpinum, Adoxa, Euphorbia, Vitis, Hedera u. s. w.). Aus Stämmen herausfliessenden Saft suchen im Sommer sehr viele Insekten auf, obzwar dieser Saft durchaus nicht auffallend gefärbt ist.

Dass die anemophilen Blüten keine Nektarien besitzen und von Insekten nicht besucht werden, ist wahr, aber wir kennen auch Blüten mit farbiger Krone, welche keine Nektarien besitzen. Dass die anemophilen Blüten nicht duften, kann nicht als allgemeine Regel hingestellt werden, denn viele derlei Blüten haben einen sehr intensiven Geruch (der Roggen, viele Palmen, Pandanus, die Walnuss).

Dass die anemophilen Blüten keine auffallend gefärbten Kronen oder andere Blütenteile aufweisen, ist ebenfalls nicht allgemein wahr, denn denken wir nur an die Blüten der Lärche, der Fichte und rufen wir uns die auf S. 1080 angeführten Beispiele ins Gedächtnis. Erinnern wir uns auch an den eigentümlichen Fall mit den Frühjahrsveilchen (S. 1073).

Aber abgesehen von alledem können wir noch einwenden, dass eine schreiende, einfache Färbung zur Anlockung der Insekten vollkommen hinreichen würde. Wozu sind ganze zusammengesetzte Malereien in den Blüten ausgeführt?

Wenn wir die Kryptogamen überblicken, so finden wir, dass auch dort das Prinzip der Färbung der Fruktifikationsorgane in derselben Weise eingehalten ist, wie bei den Phanerogamen. Dies gilt hauptsächlich von den an der Luft lebenden Kryptogamen. Die Apothecien der Flechten und die Fruchtbehälter verschiedener Pilze (Pyrenomycetes, Hymenomycetes u. a.) pflegen auffallend gefärbt zu sein, die »Blüten« der Laubmoose und Lebermoose sind nicht nur den Blüten der Phanerogamen analog geformt, sondern auch lebhaft gefärbt (Dicranella, Polytrichum, Philonotis u. a.).

Zu dem Momente der Krone tritt noch deren künstlerische Ausführung hinzu. Keine menschliche Phantasie wäre imstande, aus so einfachen Motiven so prunkvolle und unendlich mannigfaltige Blütenformen,

wie wir dieselben nur in einer einzigen Familie, z. B. jener der Orchidaceen sehen, hervorzubringen. Wir geben zwar zu, dass viele mechanischen Einrichtungen in der Blüte der Bestäubung durch Insekten dienlich sind, aber der ganze Stil, die detaillierte Durchführung und dabei die stilgemässe Färbung der Blüten muss uns mit Bewunderung erfüllen! Unwillkürlich fragen wir: und das alles hat die Pflanze erzeugt, um die Insekten anzulocken?

Hier kommen wir zu einer Kollision in dem kausalen Zusammenhange. Wenn die Pflanze künstlerische Formen ausgestaltet hat, um die Insekten anzulocken, so müssen wir voraussetzen, dass die Insekten einen geschulten Sinn für die Kunst besitzen und dass die Pflanze von dieser Vorliebe der Insekten Kenntnis hat. Wie aber hat sie diese Kenntnis erlangt, wenn das Selektionsprinzip den Ursprung der Organe nicht erklärt?

Da stehen wir vor einem grossen Rätsel. Dass einzelne Blütenteile verschiedene Funktionen zum Vorteile der Geschlechtsorgane verrichten, vergessen wir nicht, aber es ist hier so, wie bei den grünen Blättern, denn diese Funktionen könnten sie ja ohne Dekorationen und allerlei Anhängsel auch verrichten.

Uns will es scheinen, dass hier ein Gedanke ausgedrückt ist, welcher dem ähnlich ist, den Nägeli ausgesprochen hat und der dahin geht, dass im Pflanzenreiche sich überall das Bestreben nach Vervollkommnung und Zusammengesetztheit (das Vervollkommnungsprinzip) äussert. Wir nehmen dasselbe auch an, aber akzentieren noch den Umstand, dass sich die Pflanze hiebei von dem Prinzipe der Zierlichkeit und Ästhetik leiten lässt. Nennen wir dieses Prinzip Ornamentalismus.

Der Ornamentalismus ist unserer Meinung nach die Verkörperung eines Zustands des Pflanzenplasmas, dessen biologischen Zweck wir nicht absehen, welcher sich aber in der Ausgestaltung nicht nur zweckmässiger, sondern auch ästhetisch und schön ausgeführter Organe offenbart. Dieses Prinzip ist am meisten in den Blüten ausgesprochen, lässt sich aber auch in der gesamten Pflanzen- und Tierwelt verfolgen. Sehen wir nur die prächtigen Formen der Leber- und Laubmoose oder die Formen der im Meere lebenden Florideen und Melanophyceen an! Wenn die Diatomen, Radiolarien und Foraminiferen Schälchen mit ornamentalen Auswüchsen und Strukturen bilden, so können wir mit Recht die Frage stellen, warum sie diese Ornamente ausgebildet haben. An das Prinzip der höheren Tiere, dass ein Individuum bei dem anderen Gefallen erregen wollte, kann doch hier nicht gedacht werden.

Auf uns macht es den Eindruck, dass die Pflanze sich dessen nicht einmal bewusst ist, dass sie dekorative Formen bildet. Bei den höher organisierten Tieren (Vögeln, Säugetieren) werden am Körper ebenfalls dekorative Organe ausgebildet, aber da ist sich das Tier dieser Ornamente

bewusst und es benützt dieselben auch zu bestimmten Zwecken (das Verhältnis zwischen dem Männchen und Weibchen). Bei den niederen Tieren wird wohl die Bedeutung der Ornamente dieselbe sein, wie bei den Pflanzen. Bei den höher organisierten Tieren könnte man also dem Vitalismus zufolge die Existenz der Ornamente so auslegen, dass sie deshalb zur Ausbildung gelangten, weil das Tier dieselben zu seinem eigenen Wohlgefallen und zum Gewinnen des anderen Geschlechts zu haben wünschte und dass dann durch Selektion eine Vervollkommnung dieser Ornamente bewirkt wurde.

Warum und wozu aber die Pflanze sich einen Zierat ausgebildet hat, können wir nicht einmal ahnen. Nach der Theorie des Vitalismus entstand dieser entschieden auch infolge eines inneren Vorgangs im Plasma, allein, was die Pflanze damit ausdrückt oder in welchem Verhältnisse dieser Schmuck zu der äusseren Umgebung sich befindet, das ist uns völlig unbekannt. Aber auf jeden Fall ist uns die Existenz der Ornamente bei den Pflanzen ein Beleg für die Richtigkeit der vitalistischen Lehre, denn diese Ornamente sind hier nicht durch einen äusseren Impuls, sondern durch die freie Energie des Plasmas hervorgerufen.

Ein weiterer Beweis für den Vitalismus ist die sogenannte Heterogenese Koršinskijs oder Mutation De Vries' (meristic variations nach Bateson).

Koršinskij hat darauf aufmerksam gemacht und durch viele Beispiele belegt, dass in der Gartenkultur gezüchtete »Arten« von Pflanzen, welche sich nicht selten durch sehr abweichende Merkmale von den wildwachsenden auszeichnen, plötzlich, ohne alle Übergänge in einem Garten entstanden sind und dass sich dann eine solche Rasse stabil erhalten und durch Samen verbreitet hat. So erschien im Jahre 1590 im Garten des Apothekers Sprenger in Heidelberg *Chelidonium majus* mit vielfach geteilten Blättern (var. laciniatum); aus Samen dieses Individuums entstand eine der Mutterpflanze ähnliche Nachkommenschaft u. s. w., so dass heute diese Varietät in den Gärten allgemein verbreitet ist. Im Jahre 1811 kam *Fragaria vesca* in einem Dorfe (Gaillon) in einem Exemplar ohne Ausläufer zum Vorschein, aus welchem jetzt alle Erdbeerpflanzen ohne Ausläufer in der Gartenkultur entstammen. Die bekannte Blütenfasciation der Art *Celosia cristata* erhält sich ebenfalls in allen Gärten durch Samen. *Begonia semperflorens* ist weissblühend. Im Jahre 1880 fand der Gärtner Roussel bei Tours ein Exemplar mit rosenroten Blüten, dessen Samen durchweg eine rosig blühende Nachkommenschaft ergaben, aus welcher jetzt alle in den Gärten gepflegten roten Abarten der Begonia semperflorens abstammen.

Auf diese Weise entstanden überhaupt alle gefülltblühenden Formen der Gartenzierpflanzen und überhaupt die Gartenrassen (von den Gärtnern vulgo »Arten« genannt).

De Vries hat hiezu verschiedene Versuche mit einigen Pflanzen in Gärten vorgenommen, so insbesondere mit der Gattung *Oenothera* und gelangte derselbe zu dem Resultate, dass in einer gewissen Anzahl ausgesäeter Individuen Formen zutage traten, welche anders gebildete Blätter, Blüten, Stengel etc. hatten, also von den Eltern sich bedeutend unterschieden. Aus den Samen dieser abweichenden Varietäten gingen abermals dieselben Varietäten auf, d. h. sie erhielten sich. De Vries schliesst also daraus, dass sich da vor seinen Augen neue »Arten« gebildet haben. Über diese seine Versuche hat er ein umfangreiches Werk herausgegeben, auf welches wir hinweisen. Die Variation seiner aufgezüchteten Arten benannte er »Mutation«.*)

In der Natur sind Mutationsfälle häufig, nur werden sie von deren Beobachtern nicht verzeichnet. So erscheinen nicht selten anders gefärbte Blüten, geteilte statt ganzer Blätter, einfache statt verzweigter Stengel u. s. w. Und solche Fälle pflanzen sich durch Samen fort, so dass auf diese Weise neue Varietäten entstehen.

Aber nicht nur derlei kleine Abweichungen, sondern auch gewichtige morphologische Gebilde können an der Pflanze zum Vorschein kommen oder im Gegensatze dazu verschwinden. Wir wollen zwei Beispiele anführen: Buchenau beschreibt (in den Abh. des Nat.-Ver. Bremen 1906) ein Exemplar von *Rhinanthus major*, welches unter der Kronenlippe einen ziemlich langen Sporn auf die Art wie Linaria trägt. In anderen Fällen geschieht es, dass gespornte Blumenkronen der *Linaria vulgaris* plötzlich ohne Sporn vorkommen. Auch *Coeloglossum viride* verliert manchmal plötzlich seinen Sporn, ja ich kenne Gegenden auf der Balkanhalbinsel, wo bloss eine spornlose Rasse verbreitet ist. Zu Ruf ist auch *Capsella Heegeri* gelangt, welche durchweg der Gattung Camelina ähnliche Früchte trägt.

Aus allen diesen Beispielen geht klar hervor, dass an der Pflanze plötzlich ein ganz neues Organ zum Vorschein gelangen kann und dass sich dieses Organ auch in der Nachkommenschaft erblich zu erhalten vermag. So ist die Möglichkeit der plötzlichen Entstehung neuer Arten, ja eventuell auch neuer Gattungen im Pflanzenreiche gegeben. Wir haben in unserem Werke bei zahlreichen Gelegenheiten auf ähnliche Mutationserscheinungen bereits hingewiesen.

Wenn ein neues Organ an der Pflanze plötzlich ohne alle Ursache oder ohne jedweden Impuls vom aussen entsteht, so sehen wir, dass es lediglich durch die innere, plasmatische Energie in der Pflanze realisiert worden ist. Das ist freilich ein Evolutionsprinzip, von dem Darwin keine

---

*) Die Vriessche Mutation unterscheidet sich im wesentlichen durchaus nicht von der Heterogenese Koršinskijs. Vries sagt, dass sie sich durch den Grad unterscheide, aber dieser Grad lässt sich nicht bestimmen und abgrenzen. Deshalb ist die Benennung Vries' unberechtigt und hat Koršinskij das Prioritätsrecht.

Ahnung hatte und welches, wie wir jetzt wissen, in der Entwicklung der Schöpfung auf der Erde eine der ersten Rollen spielt. Durch dieses Prinzip wird auch die Richtigkeit des ornamentalistischen Prinzips unterstützt.

Nach den Grundsätzen der Mutation wissen wir also jetzt, dass die Pflanzen rasch, plötzlich, ohne vorangegangene Übergänge und Entwicklungen, ohne alle Selektion Formen anzunehmen vermochten. Diesen Grundsätzen zufolge können auch für die Pflanze zwecklose Organe entstehen. Das plötzliche Auftreten von Organen erklärt uns viele Erscheinungen in der Morphologie der Pflanzen, so das Entstehen insektenfressender Organe, der heteromorphen Blüten mancher exotischer Orchideen, der gefiederten Blätter der Leguminosen, dann die Erscheinung sämtlicher Parasiten bei den Phanerogamen u. s. w.

In der Entwicklung der Pflanzenwelt müssen wir also einen langsamen Vorgang nach den Regeln der Adaptation und der Selektion und einen raschen Vorgang nach den Grundsätzen der Mutation unterscheiden. Was den biologischen Anlass zum Zutagetreten von Mutationsorganen gibt, ist heute schwer zu sagen, aber ich vermute, dass plötzliche Veränderungen im Leben der Pflanze der Grund davon sind. Einen Beleg dafür bildet der Umstand, dass die Mutationen sich am häufigsten in Gärten zeigen und durch ein Experiment können wir uns davon überzeugen, wenn wir eine grosse Menge perennierender Pflanzen aus der freien Natur in einen Garten übersetzen. Da weisen in der Regel einige Individuen irgendwelche Abweichungen von dem normalen Typus auf. Wir können daraus den weiteren Schluss ziehen, dass jede geologische Umwälzung, namentlich dann, wenn sie plötzlich eintrat, eine ganze Menge von Mutationsformen hervorrufen musste, welche zur Entstehung neuer Arten Anlass gaben. Zu solchen Arten möchten wir daher vergeblich in der vorangegangenen Periode Übergänge suchen.

Durch Mutationserscheinungen in der Natur wird das ohnedies schon schwierige Abschätzen der verwandtschaftlichen Beziehungen der Gattung und Arten noch mehr erschwert. Durch Mutation können auch an verschiedenen Orten auf der Erde einander ähnliche Arten, welche aber keinen genealogischen Zusammenhang haben, entstehen. Dadurch wird die Möglichkeit zugegeben, dass ganze Pflanzenstämme (Farne, Cycadeen, Muscoideen) nacheinander oder gleichzeitig in Urzeiten an mehreren Orten der Erde entstehen konnten (Polyphyletismus).

Die Mutationstheorie hat in neuester Zeit auch Anwendung in der praktischen Agrikultur gefunden. Es wurden nach der V r i e s schen Methode Versuche angestellt aus gewöhnlichen Getreide-, Rüben- etc. Arten solche Rassen zu erzielen, welche den meisten Nutzen gewähren und dieselben als beste Kulturarten erblich zu erhalten. Die betreffenden Versuche haben bisher gute Resultate ergeben (die Svalöfsche Methode).

Ausser der Mutation unterscheidet in neuerer Zeit Lotsy noch Biaiomorphosen, wodurch das plötzliche Erscheinen von neuen Organen infolge von äusserlicher Reizung bezeichnet wird. Eine solche Reizung kann durch den Wechsel des Mediums (Wasser, Luft), durch den Einfluss chemischer, im Boden enthaltener Stoffe, Druck etc. bewirkt werden. Auf diese Weise kann man auch künstlich besondere Pflanzenformen hervorrufen (Versuche Klebs').

Die Mutationslehre hat neben ihrer Verdienstlichkeit auch schwache Seiten, welche unter Umständen einen üblen Einfluss auf die Entwicklung der botanischen Wissenschaft haben könnten. Vries gelangte mit seinen Gartenkulturversuchen zu der Überzeugung, dass manche Artvariationen, welche sich ihm in der Kultur in einer nacheinanderfolgenden Reihe von Generationen als stabil herausstellten, neu entstandene »Arten« sind, welche als Arten auch in das System eingereiht und anerkannt werden sollten. In der Natur soll es keine Arten im Sinne Linnés und aller Floristen und Systematiker geben, denn dieselben seien bloss kollektive, abstrahierte Begriffe oder Bezeichnungen in derselben Weise wie die Gattungen. In der Natur sei jede Art durch eine ganze Menge solcher kleiner (Elementar-) Arten repräsentiert, welche zwar von einander nur durch unbedeutende Merkmale unterschieden, in Wirklichkeit aber konstante Rassen und demnach die letzten eigentlichen systematischen Einheiten seien.

Was Vries theoretisch lehrt, das praktiziert Wettstein und seine (von Kerner gegründete) Schule, daran hielten sich schon früher Jordan, Opiz, Reichenbach, Borbás und deren Anhänger. Den Systematikern sind die Monographien über die Gattungen *Euphrasia*, *Gentiana*, *Alectorolophus*, *Mentha*, *Campanula rotundifolia*, *Hieracium*, *Rosa*, *Rubus*, *Taraxacum*, *Erigeron*, *Tilia*, *Erophila verna*, *Scleranthus* u. s. w. wohl bekannt.

Dass es gewisse Gattungen gibt, welche in ihren Arten eine grosse Variabilität auch in der freien Natur an den Tag legen, weiss jeder erfahrene Systematiker und Florist sehr gut. Dass dies aber bei allen Gattungen der Fall wäre, das ist nicht wahr. Es gibt eine ganze Menge von, auf der ganzen Erde sehr verbreiteten Pflanzenarten, welche nirgends auch nur unbedeutende Varietäten ausbilden. Die Elementararten Vries' und Wettsteins sind nur lokale, oft zufällige Formen mit unbedeutenden Merkmalen, welche allmählich in einander übergehen und deshalb auch durch keine Definition oder Diagnose fixiert werden können. Den Beschreibungen der genannten Monographien entsprechen bloss die Originalexemplare, welche der Autor bei der Beschreibung vor sich hatte. In der Natur existiert aber noch eine schwere Menge von Formen, welche von der gegebenen Beschreibung abweichen. Namentlich noch unerforschte Gegenden würden einen Wust derartiger neuer Kleinarten bieten, so dass

eine solche Gattung zu ungeheuerem Umfange anschwellen müsste. Auf Grund einer solchen Monographie ist auch der erfahrenste Florist und Systematiker nicht imstande, das gesammelte Material zu bestimmen und zu konstatieren. Aus Erfahrung wissen wir, dass es nicht einmal der Autor selbst trifft. Wenn es jemand mit einer, von der Wiener Schule bearbeiteten Gattung zu tun hat, so kommt er in Verlegenheit und weicht dieser Gattung aus, wenn ihm der Autor der Monographie nicht die Gefälligkeit erweist, das gesammelte Material zu bestimmen. Jetzt stellen wir uns vor, wie es aussehen möchte, wenn alle Gattungen auf eine solche Weise bearbeitet sein würden. Das würde dahin führen, dass die Systematik, Floristik und Geographie der Pflanzen einfach unmöglich wäre, denn es müsste unvermeidlich Konfusion und der Verlust aller fester Orientierungspunkte eintreten.

Auch vom praktischen Standpunkte aus ist also die Wiener Schule unmöglich.

Dass einige Arten variabel sind, weiss, wie wir schon oben gesagt haben, ein jeder, der sich mit Botanik befasst und deshalb bemüht sich auch der vernünftige Systematiker, in diesem Falle derlei verschiedene Varietäten und Rassen unter verschiedenen systematischen Stufen zu ergründen. Aber eine jede Varietät muss nicht bloss ein, sondern mehrere Merkmale haben und muss durch ihren ganzen Bau als ein besonderer, durch Konstanz und geographische Verbreitung ausgezeichneter Pflanzentypus sich präsentieren.

Das Aufsuchen von Varietäten in verschiedenen Ländern sollte einen anderen Grund und Zweck haben, nämlich den entgegengesetzten: wenn ich nämlich finde, dass zwei, bisher als gut anerkannte Arten Übergangsvarietäten aufweisen, beide zu vereinigen. Also das Zusammenziehen der verschiedenen Artformen und die dadurch erzielte Übersicht über die Verbreitung und phylogenetische Entwicklung der guten Arten ist eine wichtigere, fruchtbarere und wissenschaftlichere Arbeit. Ich verweise diesfalls auf einige gute Muster solcher, in der angedeuteten Richtung durchgeführter Monographien, z. B. Pax' Primulaceen, Acer, Buchenaus Juncaceen, Wolfs Potentilla, Domins Koeleria u. a. m.

Das gewöhnliche Kriterium des Werts elementarer Arten pflegt die Konstanz ihrer Merkmale in der Gartenkultur zu sein. Hiezu muss bemerkt werden, dass auch dieses Kriterium wertlos ist, denn über die Artkonstanz in einem und demselben Gartenboden, in einem und demselben Garten, in einem oder wenigen Jahren angestellte Kulturversuche sind ungenügend. Bis uns die Verteidiger der elementaren Arten die Ergebnisse ihrer, auf den verschiedensten Substraten, in den verschiedensten Ländern und Gegenden, in verschiedener vertikaler Lage, in verschiedener nördlicher und südlicher Breite, im Verlaufe von etwa 50 Tausend Jahren an-

gestellten Versuche vorgelegt haben werden, dann erst werden wir ernsthaft auf ihre Versuche blicken.

Das, was Vries als Arten ansieht, sind häufig nur individuelle Differenzierungen.

Vries und mit ihm Lotsy betrachten als elementare Arten auch solche Erscheinungen in der Pflanzenwelt, welche durchaus normal sind. So sollen pelorientragende Individuen irgend einer Labiatenart ebenfalls Arten sein. Und doch sind ja die Pelorien eine gesetzliche, morphologische Erscheinung. Darnach wären zwei Individuen, wovon eines steril und das andere blütentragend ist, auch zwei Arten.

Was wissenschaftlich feststehendes bieten uns also eigentlich die sich mit den Kleinarten befassenden Schriften? Dass es jetzt auf der Erde einige Arten gibt, welche, in günstige biologische Verhältnisse sich versetzt fühlend, entweder plötzlich oder allmählich zweckentsprechende oder zwecklose morphologische Merkmale ausbilden und damit zugleich eine Menge von Formen, von denen einige (und das gewiss in der Minderzahl) beibehalten, ja sich auch für die Zukunft stabilisieren und vielleicht einmal neue Arten vorstellen werden, dass andere derlei Formen aber in kurzer Zeit verschwinden werden, wenngleich sie auch eine Reihe von Jahren hindurch in einander nachfolgenden Generationen erhalten bleiben mögen. Solche variable Arten und Gattungen sind uns ein getreues Bild davon und ein Beleg, wie sich wohl zu geologischen Zeiten wiederum andere Arten und Gattungen, von denen nur unbedeutende Reste auf uns herüber gekommen sind, vermehrt haben mögen. Und diese wissenschaftliche Erkenntnis bestätigt unsere Theorie über die Entwicklung der Pflanzenwelt auf der Erde im Verlaufe der geologischen Zeiten.

Bisher haben wir die verschiedenen Evolutionstheorien behandelt, nun wollen wir im nachfolgenden ein Bild darlegen, wie sich die Pflanzenwelt den erwähnten Prinzipien gemäss während der geologischen Perioden entwickelte.

In dem Pflanzenplasma überhaupt (also in den Zellen der Bakterien, in den Zellen der Alge, des Pilzes, des Mooses, der Eiche) ist die Fähigkeit vorhanden, im Verlaufe einer verschieden langen, den äusseren Lebensbedingungen entsprechenden Zeit zweckdienliche Organe auszubilden. Diese Organe können, was ihre Gestaltung anbelangt, einander ähnlich und betreffs ihrer Funktion identisch sein, aber eine verschiedene morphologische Bedeutung haben. Die morphologische Entwicklung der Organe im Verlaufe der Zeiten (die phylogenetische Entwicklung) unterliegt gewissen Gesetzen und ist ebenfalls im Pflanzenplasma vorausbestimmt; sie wird durch die grössere oder geringere Anzahl der günstigen Lebensbedingungen ermöglicht, aufgehalten oder gefördert. Zu den gegenwärtigen Bedingungen gesellen sich allerdings die stabili-

sierten Einflüsse der Bedingungen in der Vergangenheit, so dass ein Organ das Resultat der Bedingungen in der Gegenwart und Vergangenheit ist.

Die einzelnen Entwicklungsphasen lassen sich nachstehends charakterisieren: Die Grundlage der gesamten Pflanzenwelt ist das einfache Plasma, welches entweder kleine (auch ultramikroskopische) oder makroskopische Partikeln (das Plasmodium) bildet. Die erste Stufe der Entwicklung besteht in der Ausbildung der Zellenwand und des Zellkerns. Die Zelle teilt sich in zwei zusammenhängende Zellen, diese abermals, bis ein Faden oder ein mehrzelliger Körper entsteht. Der mehrzellige Körper teilt seine Zellen nur an bestimmten Stellen (das Wachstum an bestimmten Stellen), so dass eine Verzweigung eintritt. Einige Zweige zeigen ein beschränktes Wachstum und präsentieren sich als Seitenorgane, der Mittelzweig wächst fortwährend am Gipfel nach und zeigt sich als Achse. Die Zellen im Pflanzenkörper differenzieren sich in verschiedene Arten mit verschiedenen Funktionen. Die Verzweigung erfolgt allmählich nach strengen Gesetzen. Der Pflanzenkörper (Thallus) bringt die zweite Generation hervor. Diese adaptiert sich den Luftverhältnissen und schreitet in der Entwicklung der Gewebe noch weiter vorwärts. Es entstehen Gefässbündel in dem übrigen Grundgewebe. Auch ausserhalb der Gefässbündel zeigt sich eine bedeutende Differenzierung der Zellen. Die zweite Generation entwickelt sich durch Ausbildung einer Menge von Gliedern (eines aus den anderen), welchen auch mannigfaltige Funktionen zugeteilt werden, welchen auch die anatomische Differenzierung entspricht — die Teilung der Arbeit. Die Pflanze bereitet sich zu langem Leben vor.

Es ist bemerkenswert, dass der grundlegende Entwicklungsprozess im Pflanzenreiche in der Wesenheit der Entwicklung im Tierreiche entspricht. Dass die ersten Pflanzen- und Tiertypen einander sehr ähnlich sind, ist bekannt. Daraus geht auch hervor, dass beide Zweige, der pflanzliche und der tierische, einen gleichen, gemeinschaftlichen Ursprung — das organische Plasma — haben. Dieses lebte zuerst auf der Erde und aus ihm entwickelten sich die beiden Zweige der organischen Erdbewohner.

Es entsteht nun die Frage: wie sah dieser ursprüngliche organische Urstoff auf der Erde aus, wie entstand er, oder wer hat ihn erschaffen. Nach der eben angedeuteten Entwicklung musste der organische Urstoff die Gestalt des lebenden Plasmas haben. Viele haben dieses Urplasma in der Gestalt der makroskopischen, unregelmässigen Körper in den Urgebirgsschichten gesucht, welcher Vorgang schon a priori illusorisch ist, denn das Plasma konnte sich ja doch nicht in fossilem Zustande in den Schichten erhalten. Auf palaeontologischem Wege werden wir also das Urplasma nirgends finden. Es ist ferner die Idee geäussert worden, dass sowie in Urzeiten, auch noch heutzutage, irgendwo in den Meeren, der lebende plasmatische Stoff in grosser Menge sich bilde. Man

hat diesen Stoff wirklich am Meeresboden gesucht, aber die betreffenden Versuche blieben resultatlos. Es ist schliesslich der Gedanke aufgekommen, in der mikroskopischen Welt den ersten Anfängen der Organismen nachzuspüren. Dass bis hieher in der Gegenwart die kleinsten plasmatischen Partikelchen im Wasser zur Erzeugung gelangen können, wie dies zur Zeit des ältesten Silurs oder im Urgebirge der Fall war, ist sehr wahrscheinlich, denn die Lebensbedingungen in den heutigen Gewässern sind noch heutzutage — wenigstens an einigen Punkten des Erdballs — die gleichen, wie vor Zeiten.

Die am niedrigsten organisierten, im Wasser und in Lösungen lebenden Geschöpfe sind die Zellen der Bakterien, welche tatsächlich durch ihren einfachen Bau und ihre unbedeutenden Dimensionen unserem Bilde von den Partikeln des organischen Urplasmas entsprechen. Es sind das wirklich nur Plasmateilchen, welche bisher weder eine (normale) Membran noch einen Kern ausgeschieden haben. Und sie sind sehr oft so unbedeutend, dass sie auch unter den besten Mikroskopen nur als Punkte, ohne feste Umrisse sich zeigen. So haben Nocard und Roux (1898) bei einer Lungenseuche der Rinder eine Menge höchst kleiner Mikrobe beobachtet, welche auch bei der Anwendung der grössten Vergrösserung sich als blosse bewegliche Pünktchen ohne äussere Form und innere Struktur erwiesen.

Es ist natürlich, dass demzufolge die Vermutung auftauchte, ob im Wasser nicht etwa so kleinwinzige Bakterien leben, welche auch mit den stärksten Mikroskopen nicht gesehen werden können — also ultramikroskopische Organismen. In dieser Richtung sind auch schon Forschungen angestellt worden, aber es scheint, dass da noch weitere Arbeiten notwendig sein werden, weil die Nachrichten der Beobachter stark auseinandergehen. Es wurde beobachtet, dass viele Flüssigkeiten (Lösungen) mit der Zeit trüb werden und in Zersetzung geraten, ohne dass darin Bakterien sichtbar wären. Es ist hier also die Wirkung unsichtbarer Organismen vorhanden. Bei einer gewissen Krankheit der Hühner, welche sich epidemisch verbreitet, kann man einen Stoff züchten, welcher die Infektion bewirkt, aber die einzelnen Zellchen in demselben können auch mit den besten Mikroskopen nicht sichtbar gemacht werden. (Lotsy).*) In ähnlicher Weise haben Cotton und Mouton in Kulturen der ansteckenden Lungenkrankheit der Rinder einen überaus dicht, aber undeutlich körnigen Stoff beobachtet, welcher wahrscheinlich eine Masse kleiner Mikroben vorstellt.

Wir können fast mit Sicherheit erwarten, dass die Bakterien nicht dort aufhören, wo die Sichtbarkeit unserer Mikroskope endigt. Diese Über-

---

*) Errera und neuerlich H. Molisch behaupten dementgegen, dass auch durch das moderne Ultramikroskop nichts anderes gesehen werden kann, als bekannte Bakterien. Raehlmann und Gajdukov behaupten aber das Gegenteil.

einstimmung wäre noch bewunderungswürdiger, als die Existenz ultramikroskopischer Organismen. Eher können wir vermuten, dass die kleinsten Organismen wohl etwa dort anfangen, wo die molekularen Einheiten der Materie, oder die Entstehung der Organismen eine chemische Erscheinung, eine Konfiguration der Einheiten des anorganischen Stoffs ist, die heute, sowie in der Vorwelt existiert. Auf diese Weise gelangen wir zu der Akzeptierung der alten Lehre von der generatio aequivoca. Nägeli und viele andere Forscher haben diese Lehre anerkannt und obzwar sie in neuerer Zeit fast in Vergessenheit geriet, so taucht sie, wie wir sehen, doch wieder auf dem wissenschaftlichen Horizont auf.

Wie die anorganische Materie sich in eine organische verwandelt, das wird wohl niemals und von niemand aufgeklärt werden, ebensowenig wie jemand aufklären wird, was eine chemische Verbindung und Auflösung der Stoffe überhaupt ist. Hier stehen wir abermals bei dem letzten Gliede des kausalen Zusammenhanges der beobachtbaren Erscheinungen. Die generatio aequivoca steht ganz gut im Zusammenhange mit der Ansicht über das Wesen und die Zusammensetzung der Weltmaterie überhaupt. Die Materie des Weltalls ist einheitlich und stellt sich uns nur in verschiedenen Phasen dar. Eine dieser Phasen ist eben das organische Urplasma. Wenn also die Materie ewig ist, so ist auch das organische Leben ewig und in jene Materie hineingelegt.

Es wurden aber auch noch andere Ansichten über die Entstehung des Urplasmas ausgesprochen. So urteilten manche (Fechner u. a.), dass die ersten organischen Partikelchen schon mit den ersten Partikeln der Materie in dem Nebulum zerlegt waren, woraus dann das Sonnensystem entstand (Laplaces Theorie). Aber wie die Sonne, so befand sich auch die Erde mit allem, was mit ihr zusammenhing, in glühendem Zustande, so dass es nicht möglich ist, dass in einem solchen Zustande irgend ein organisches Leben sich hätte erhalten können. Auch das Prinzip der Einheit der Weltmaterie widerspricht dieser Anschauung.

Die Erforschung der Entstehung der Organismen auf der Erde muss daher den Chemikern überlassen werden, welche uns hoffentlich wenigstens einige Momente der Verwandlung der anorganischen Stoffe in organische enthüllen werden; allein die molekulare Entstehung des Urplasmas ebenso wie die, die Lebensfunktionen begleitenden molekularen Veränderungen im Pflanzen- und Tierplasma wird uns niemand aufklären.

Ebenso unklar als der Ursprung des organischen Lebens auf der Erde in seinen ersten Anfängen ist uns auch das Wesen des letzten Gliedes in der Kette der Entwicklung der Schöpfung auf Erden — nämlich des Menschen.

Dass der Mensch dieselbe Organisation hat, wie die übrigen Wirbeltiere und dass er denselben Entwicklungsgesetzen unterworfen ist, wie die übrige Tierwelt, ja dass im wesentlichen in der Entwicklung des

Menschen die ersten Fäden des organischen Lebens auf der Erde durchblitzen, darüber herrscht kein Zweifel. Entstehen ja doch die ersten Anfänge eines jeden Menschen aus der Kopulation zweier Zellen geradeso, wie die Kopulation bei jeder Pflanze erfolgt. In dem vollständig entwickelten Menschen können wir alle Evolutionsprinzipien verfolgen, wie dies schon Darwin meisterhaft erläutert hat.

Trotzdem macht sich bisher in vielen Schichten der Intelligenz das Bestreben geltend, den Menschen aus der Reihe der Schöpfung auf Erden als ein höheres Wesen auszuscheiden, welches gleichsam den Mittelpunkt bildet, um welchen sich alles dreht. Selbstverständlich stellen alle Religionen den Menschen als ein ganz besonderes, durch Gottes Gnade erzeugtes, aus einem sterblichen Körper und einer unsterblichen Seele zusammengesetztes Geschöpf hin.

Weisen wir auch diese Ansichten nicht hinweg, schon aus dem Grunde nicht, weil auch viele Naturforscher in dem Menschen etwas anderes, als die übrigen Animalien sind, erblicken, obzwar sein Körper dem der Tiere ähnlich ist. Es sollen es angeblich die geistigen Fähigkeiten und geistigen Funktionen sein, durch welche der Mensch von den Tieren sich unterscheidet.

Sehen wir einmal in Kürze zu, was dem Menschen als ausschliessliches Specificum beigemessen worden ist.

1. Man sagt, dass der Mensch das Gute und Böse unterscheidet und das Prinzip der Tugend einhält. Das soll sich bei allen Nationen äussern. Allerdings mag dies der Fall sein, aber in sehr ungleichem Masse, so dass das, was bei einem Volke moralisch ist, bei dem anderen als Immoralität angesehen wird. Und in der Natur gibt es kein »gut« und »schlecht«. Das, was für mich gut ist, ist einem anderen nachteilig. Jede Funktion des Menschen ist, wie alles in der Natur, nur eine Folge vorangegangener Ursachen. Die Begriffe von »gut« und »schlecht«, von Moralität und Immoralität sind subjektive, aus dem gesellschaftlichen Leben des Menschen hervorgegangene Anschauungen.

2. Man sagt, dass das freie Denken und das daraus hervorgegangene freie Handeln (der freie Wille) den Menschen auf eine exklusive Stelle hinweise. Das Tier hat angeblich keinen freien Willen. Dieses Moment ist wirklich gewichtig und charakterisiert den Menschen am meisten. Dennoch ist dieser Unterschied den Tieren gegenüber nur ein abgestufter, denn die innere geistige Tätigkeit, das Nachdenken und zweckdienliche Handeln kennen wir auch beim Hunde, beim Pferd, Elephanten, Affen etc. Der Unterschied zwischen der Intelligenz des Menschen und jener des Hundes ist nicht einmal so gross, wie der Unterschied zwischen dem letzteren und einem Infusorium. Zu den Funktionen der Wirbeltiere gibt es wieder Übergänge bei den Gliedertieren u. s. w., so dass wir auch hier eine ganze Skala der geistigen Tätigkeit der Tiere und hiemit auch die

Entwicklung der sogenannten geistigen Potenz beobachten können. Dass diese Potenz beim Menschen einen so hohen Grad erlangt hat, rührt nicht nur von der hohen Entwicklung des Gehirnzentrums, sondern auch davon her, dass dieses Organ durch Übung im gesellschaftlichen Leben zur Vervollkommnung gelangte.

3. Auch das Bewusstsein des Schönen beim Menschen wird als Argument angeführt, mit dem Hinweise darauf, dass nur der Mensch das Schöne zu erkennen vermag und das Schöne durch Hand oder Wort aufbaut. Dessen seien die Tiere unfähig. Die Bauten der Bienen, die Vogelnester etc. seien zwar häufig kunstvoll, aber immerfort gleich und ohne alle Vervollkommnung. Das ist zwar richtig, dass aber die Tiere Sinn für das Schöne haben, geht aus dem auf ihrem Körper wachsenden Schmuck (bei den Vögeln, Schmetterlingen etc.), welcher bei der Selektion eine so wichtige Rolle spielt, hervor. Wir erinnern an den Gesang der Vögel, wo jedes Individuum sich im Gesange vervollkommnen kann. In den Blüten der Pflanzen ist schliesslich das Moment der Schönheit in so staunenerregendem Masse durchgeführt, dass alle Leistungen des Menschen in dieser Beziehung unbedeutend sind.

4. Die vollkommene Sprache des Menschen. Auch diese Eigenschaft ist abgestuft. Wir geben ohneweiters zu, dass der Grad dieses Unterschieds gegenüber der Sprache der Tiere ein enormer ist. Aber wir können dennoch den Affen, Hunden, Pferden etc. und insbesondere den Vögeln den Besitz der Sprache nicht ganz absprechen. Mancher Vogel gibt so verschiedene und zweckmässige Töne (Worte) von sich, dass uns dies gewissermassen an die unvollkommen artikulierte Sprache mancher Wilden erinnert. Auch die Sprache des Menschen ist nur das Ergebnis der Übung im gesellschaftlichen Beisammenleben. Es ist auch noch fraglich, ob die Gedankenmitteilungen vermittels der Sprache vollkommener sind als auf dem Wege der Telepathie. Aus dem täglichen Leben sehen wir unzählige Beispiele, wie die Vögel oder Säugetiere, insbesondere die gesellschaftlich lebenden Arten, miteinander telepathisch umgehen, welche Eigenschaft eben infolge des Mangels der Sprache sich stark entwickelt hat.

5. Das Bewusstsein seiner eigenen Existenz und der umgebenden Natur. Dieser, in der neuesten Zeit am häufigsten zitierte Unterschied scheint uns das schwächste Argument zu sein, denn wir wissen ja nicht, welches Bewusstsein seiner selbst der Hund, die Katze, das Pferd, der Affe etc. hat, wenn sie uns dies nicht zu sagen imstande sind. Und im wesentlichen fällt das Bewusstsein unter den Begriff der Erkenntnis überhaupt. So wie der Mensch die Gegenstände rings um sich erkennt, so erkennt und beobachtet er sich selbst. Übrigens macht auch der Mensch eine Skala des Bewusstseins durch, denn als Neugeborener, als Schulkind und als erwachsener Mann hat er gewiss ein verschiedenes Bewusstsein.

Der Mensch hat sich allerdings infolge seiner geistigen Leistungen (seiner Kultur) hoch über die gesamte übrige Schöpfung erhoben und bietet uns einen Beleg dafür, wie hoch der Grad ist, zu dem sich die plasmatische Tätigkeit der Organismen aufzuschwingen vermag. Die Vervollkommnung in dieser Beziehung kann noch weiter gehen und wenn der Mensch noch Millionen Jahre hindurch in ungestörter Entwicklung auf der Erde leben wird, was mit Recht vermutet werden kann, so werden seine Kenntnisse und Leistungen einen solchen Grad erreichen, dass der jetzt lebende Kulturmensch zu dem künftigen in demselben Verhältnisse stehen wird, wie der diluviale Mensch zu dem rezenten. Dann wird vielleicht auch seine Anschauung über das Weltall und über das Wesen des Lebens vollkommener sein. Die Erde wird aber ganz sicher einmal zugrunde gehen und im Weltenraume als Bestandteil des Welturstoffs verschwinden und dann wird auch dem Menschen mit seiner bewunderungswürdigen Kultur der Garaus gemacht werden.

Diese Erkenntnis versetzt uns abermals in eine Gedankenverwirrung, denn unwillkürlich müssen wir fragen, welchen Zweck also diese ganze Entwicklung des Menschen haben soll, wenn alles dem dereinstigen Verschwinden geweiht sein soll. Auch darauf kann eine Antwort der Tröstung und des teilweisen Verständnisses gegeben werden. Die Erde und das ganze Sonnensystem und damit zugleich auch die Existenz der Schöpfung sowie des Menschen sind ein unbedeutender Bestandteil des Weltalls und im Verlaufe der Geschichte des Weltalls ist die Entwicklung des Sonnensystems nur eine kleine Weile, worauf die Bildung eines neuen Sonnensystems, neuer Weltkörper, neuer Organismen und eines neuen Menschen erfolgen wird. Also das, was verschwinden wird, wird nicht in Ewigkeit verschwinden, sondern sich neuerdings verjüngen. Wenn der Mensch stirbt, so stirbt er nicht ab, sondern er legt sich nur zu zeitweiligem Schlafe hin, um neu geboren zu werden und zu leben. Es ist also die Weltmaterie, als Ganzes aufgefasst, wie ein Geschöpf, welches sich nach gleichen Gesetzen nicht nur fortschreitend, sondern auch gleichzeitig an mehreren Orten fortwährend verändert. Gleichzeitig entstehen und zerfallen ganze Weltkörper, gleichzeitig mit uns entwickelt sich der Mensch auf unzähligen anderen Planeten und gleichzeitig mit dem Zugrundegehen des einen werden andere ins Leben gerufen. So zeigt sich uns nicht nur die Materie und deren Kräfte, sondern auch das organische Leben, welches nur eine der unendlich vielen Phasen der Verwandlung der Materie ist, als ewig.

So, wie die Entwicklung der Minerale und der Materie überhaupt nach ewig geltenden und ewig gleichen Gesetzen erfolgt, so durchlaufen auch die Organismen die Entwicklungsreihen nach ewig in Geltung befindlichen Gesetzen. Keine Pflanze, kein Tier ist ein Produkt des Zufalls, sondern eine Notwendigkeit in der Reihe der vorangegangenen Erschei-

nungen. Auch der Mensch ist nicht durch Zufall oder ein Wunder entstanden, sondern das notwendige Resultat der vorangegangenen Phasen der Entwicklung unseres Erdballs.

Allerdings, die geistigen Funktionen des Menschen, durch welche er sich selbst und die Geschichte des Weltalls analysiert — der Stoff beobachtet sich selbst — das ist wieder etwas für uns unverständliches. Der Mensch ist sich selbst wieder das grösste Rätsel. Aber wir sehen, dass, wenn wir bei der Beobachtung der Naturerscheinungen welchen Weg immer einschlagen, wir immer an das gleiche Ziel, nämlich zu Rätseln gelangen, welche uns unzugänglich sind. Unbegreiflich sind uns die Ewigkeit der Materie, der Zusammenhang des Stoffs und der Kraft, die Bedeutung und der Zweck der Weltevolution, der Raum und die Zeit, die Unteilbarkeit der Materie, die Entstehung des organischen Plasmas, das Wesen des menschlichen Denkens. Die Unbegreiflichkeit dieser Dinge erweckt in uns das Gefühl des Unwillens, des Entsetzens, der Bewunderung, der Ehrfurcht. Indem wir kein Verständnis für die letzten Dinge der Natur haben, beugen wir uns vor dem unbekannten *x* (Gott) ebenso, wie der Wilde in die Kniee fällt vor der aufgehenden Sonne, vor dem Donner, Gewitter, Wind, Feuer etc., deren Wesen ihm unbekannt ist. Und von daher entspringen die ersten Anfänge der Religion. Deshalb modelliert sich der Gelehrte seinen Gott anders und der Ungebildete und Wilde wieder anders.

Wenn es möglich wäre, in der Kreide- oder Tertiärformation Gebeine von Anthropoiden, aus welchen sich die ersten Vorgänger des Menschen entwickelt haben, zu finden, so hätten wir positive Fakta über die Entstehung des Menschen auf Erden und über dessen Verhältnis zu dem Geschlechte der Affen, mit welchen er sich einstmals aus gemeinsamen Eltern entwickeln haben muss. Die rezenten Affen, auch die schwanzlosen nicht ausgenommen, sind dem Menschen nicht nahe ververwandt. Leider ist das, was wir über die Anfänge des Menschen auf der Erde wissen, sehr unvollständig. Wir wissen bloss, dass in der Eiszeit (im Paläolith) der Mensch in Europa allgemein verbreitet war, zugleich mit dem Mammuth, Höhlenbär, dem Riesenhirsch und anderen Säugetieren, welche jetzt zu den ausgestorbenen Tierarten gehören. Mit diesen Säugetieren wanderte der Mensch offenbar aus den Polargegenden nach Europa ein, wo er schon zum Ende der Tertiärformation lebte.

Die Nachrichten, die wir über den Menschen aus der Zeit des jüngeren Tertiärs haben, sind bisher ungenügend und fragmentarisch, obzwar kein Zweifel darüber sein kann, dass der Mensch gewiss schon zur Zeit des Miocäns lebte. Der reichen Entwicklung der Vegetation nach zu schliessen, war diese Periode, welche die besten Bedingungen zur Entwicklung aller Geschöpfe bot, eine wahre Paradieszeit. Auch die reiche damalige Fauna legt ein Zeugnis dafür ab, dass die klimatischen Bedingungen damals sehr

günstig gewesen sein mussten. In welchem Verhältnisse sich der diluviale Mensch zu jenem der Tertiärformation Europas befand, ist uns unbekannt, aber wir können den Schluss ziehen, dass der Tertiärmensch ebenso wie die Pflanzenwelt dieser Periode beim Eintritt der Glazialzeit das rauhe Klima nicht zu vertragen vermochte und entweder zugrunde ging oder in die wärmeren, südlicheren Gegenden auswanderte und dass seine Stelle von dem Menschen der borealen Gegenden eingenommen wurde. Es ist gleichfalls wahrscheinlich, dass schon in der Diluvialzeit ausserhalb Europas (vielleicht in Indien, vielleicht unterhalb des Kaukasus, oder in Mesopotamien) ein gesellig lebender Mensch mit den ersten Anfängen der Kultur existierte. Aber fast sicher ist es, dass der europäische Kulturmensch aus dem Diluvialmenschen nicht hervorgegangen ist.

Die Nachrichten über die Kultur der orientalischen Völker gehen ziemlich weit zurück, bis zum 10. Jahrtausend vor Christi Geburt. Und das sind schon Völker auf hoher Kulturstufe, so dass wir gewiss noch einmal so weit zurück gehen müssten, ehe wir zu den ersten Anfängen des Kulturmenschen gelangen würden. Über diese Anfänge aber wissen wir bisher gar nichts.

Dass der Kulturmensch schon in der Glazialzeit lebte und zwar an verschiedenen Orten der Erdkugel, geht daraus hervor, dass bei allen Völkern das Märchen von der Sintflut vorkommt. Aus den Funden des Diluvialmenschen kann geschlossen werden, dass dieser Mensch ein Geschlecht niederer Intelligenz vorstellte, welches nicht in Kolonien, Gemeinden, sondern in einzelnen Familien abgesondert lebte. Vielleicht war das Verhältnis des Diluvialmenschen zu den Kulturvölkern des Orients etwa ein solches, wie heute das Verhältnis der Buschmänner und Papuas zu den europäischen Kulturvölkern.

Als Nichtfachmänner wollen wir jedoch auf eine weitere Erörterung dieses Gegenstands uns nicht einlassen. Die Zukunft wird uns gewiss in dieser Beziehung mehr Licht bringen.

Kehren wir nun neuerdings zu der Beobachtung zurück, wie sich uns die Entwicklung der Pflanzenwelt im Verlaufe der geologischen Zeiten darstellt und wie diese Entwicklung den Anschauungen der Evolutionstheorie entspricht.

Wenn wir die gesamte Tier- und Pflanzenwelt jeder geologischen Periode kennen würden, so wären unsere Ansichten über die organische Evolution überhaupt und des Pflanzenreichs insbesondere klar und aller Zweifel bar. Das, was wir auf Grundlage von Vergleichen an lebenden Pflanzen über die Entwicklung der Pflanzentypen wissen, sind lediglich mehr oder weniger wahrscheinliche Kombinationen; positive Fakta über die Evolution soll uns die Paläontologie bieten. Zu der Paläontologie haben insbesondere auch die Darwinisten mit Vertrauen und Hoffnung emporgeblickt, indem sie erwarteten, dass man dort alle die theoretisch vorausgesetzten alten Pflanzentypen auffinden wird, aus denen die rezenten

sich entwickelt haben. Die Ansichten über die fossilen Pflanzen gingen aber sehr auseinander; die Mehrzahl der Autoren (Darwin, Lamarck) vermutete, dass die rezenten Arten nur eine Fortsetzung der letzten (tertiären), diese wieder der Pflanzen aus der Kreideformation und die letztgenannten abermals der Pflanzen des Juras u. s. w. seien. Demzufolge wären also die alten Arten nicht ausgestorben, sondern von den rezenten nur deshalb unterschieden, weil diese sich infolge biologischer Verhältnisse verändert haben.

Im ganzen genommen, sind alle Hoffnungen, welche man in die paläontologischen Funde gesetzt hat, getäuscht worden, ja es wurde das Gegenteil dieser Erwartungen bewiesen. Vor allem muss besonders hervorgehoben werden, dass unsere Kenntnisse über die Floren der einzelnen Perioden ganz unbedeutend, jedenfalls aber derartig sind, dass sie zur Bildung eines übersichtlichen Bildes über die Zusammensetzung der Flora der betreffenden Periode nicht genügen. Schon die erste Entstehung der Pflanzenwelt auf der Erde nach den ersten Pflanzenresten befindet sich ganz im unklaren. In den Silurschiefern kommen allerdings verschiedene Arten von Algen vor, welche aber zur Gänze an die rezenten Arten (Fucus u. a.) erinnern, so dass aus ihnen auf gar nichts geschlossen werden kann. Die ersten Landpflanzen wurden bisher in den devonischen Schichten in Europa (auch in Böhmen) und Nordamerika*) gefunden; es sind dies aber bereits vollkommen entwickelte Lycopodiaceen (Psilophyton), Sigillarien, Lepidodendraceen und Filicineen. Daraus können wir mit Recht folgern, dass das hier nicht die ersten Pflanzen und insbesondere keine ersten Landpflanzen auf der Erde sind, denn sie könnten nicht auf einer so hohen Stufe der Organisation sein. Wir müssen daher notwendigerweise die ersten Anfänge der Landpflanzen auf der Erde in den ältesten Silur, wenn nicht etwa noch weiter zurück, verlegen. Und über diese Anfänge wissen wir gar nichts.

In der Karbonzeit überwiegen die kryptogamen Gefässpflanzen und unter ihnen sind nur wenige Gymnospermen aus der ausgestorbenen Familie der *Cordaitaceen* und *Cycadeen*. Im Perm fangen die Gymnospermen an, sich zu vermehren. Im Trias und Jura beginnen die kryptogamen Gefässpflanzen in den Hintergrund zu treten und erscheinen in grosser Entwicklung die verschiedenartigsten *Cycadeen*, *Gingkaceen*, *Coniferen*, wovon die Mehrzahl Gattungen vorstellt, welche den jetzt lebenden unähnlich sind. In der Kreideformation verlieren sich die Gymnospermen beträchtlich, aber dennoch sind sie häufiger als in der rezenten Zeit, dafür aber treten in vollem Reichtum die Angiospermen u. zw. sofort in Gat-

---

*) In Nordamerika werden auch Gefasskryptogamen in unbedeutenden Resten schon aus dem mittleren Silur angeführt (Lesquereux), weil aber die Reste dieser Pflanzen unbedeutend und unbestimmt sind, so ziehen wir sie deshalb vorlaufig nicht in Betracht.

tungen und Arten auf, welche den rezenten durchweg verwandt und ähnlich sind. Im Tertiär ist die Flora sowohl in der Zusammensetzung als auch in Bezug auf die verhältnismässige Vertretung der rezenten Flora gleich. In den älteren Perioden, ja noch in der Kreide herrschte auf der ganzen Erde ein gleichmässiges, tropisches Klima, erst in der Tertiärzeit kann man bemerken, dass in den Polargegenden andere Pflanzen auftreten als in Mitteleuropa (Heer) — erst zu dieser Zeit beginnen sich die Zonen zu differenzieren.

In der Entwicklung der einzelnen Perioden können wir überall eine Erscheinung verfolgen: die Pflanzen einer Periode verschwinden plötzlich und in der nachfolgenden kommt eine ganz andere Pflanzenwelt zum Vorschein als in der vorangehenden. Nur karge Spuren oder Reste der vorangehenden Flora pflegen sichtbar zu sein. Am auffallendsten ist diese Erscheinung in der Kreidezeit. Hier erscheinen plötzlich in grosser Menge Angiospermen, obzwar von denselben in der früheren Periode keine Spur war. Es ist absolut undenkbar, dass sich dieselben hier in der Kreide aus den Gymnospermen des Juras hätten zuerst entwickeln können. Wir müssen notwendigerweise annehmen, dass schon im Jura Angiospermen gelebt haben, aber offenbar in geringer Zahl, so dass von denselben bisher nichts gefunden worden ist. Ja, wir können mit Recht vermuten, dass schon im Karbon die ersten Anfänge der Angiospermen existierten, aber dass es zarte Pflanzen waren, welche sich parallel mit den Gymnospermen aus kryptogamen Typen entwickelten, denn man kann nicht annehmen, dass sich die Gymnospermen in Angiospermen überhaupt umgeformt hätten, weil diese zwei Zweige parallel laufen.

Aber auch anderwärts kann man die Beobachtung machen, dass nach jeder Periode eine neue Pflanzenwelt folgt. Zeiller macht auf dieses Faktum auch aufmerksam. Die Botaniker haben früher allgemein vermutet, dass wir in den aufeinander folgenden Schichten successive Umwandlungen einer Flora in die andere finden werden.

Wie sollen wir uns nun diese unerwartete Erscheinung erklären?

Zum besseren Verständnisse des nachfolgenden müssen wir vorerst in Kürze etwas über die Entstehung der geologischen Schichten auf der Erde und über die Veränderungen des Kontinents in den einzelnen Perioden sagen. Lyell und viele andere Geologen nehmen an, dass alle Veränderungen der Erdoberfläche langsam erfolgten, dass aber das Resultat dieser Veränderungen deshalb grossartig ist, weil sie langen Perioden in der Dauer von vielen Tausenden, ja Millionen von Jahren entsprechen. So seien die Berge und das Festland aus dem Meeresspiegel emporgestiegen und hätte sich im Gegensatze dazu anderwärts wieder der Boden des Meers gesenkt — so, wie es noch heute geschieht. So entstand eine fortschreitende, verschiedenartige Gliederung der Kontinente und Meere. Dort, wo einst Meer war, erhob sich festes Land — und um-

gekehrt. Das Meer und andere Gewässer hinterliessen auf dem Festland ihre Ablagerungen samt den darin enthaltenen Pflanzen und Tieren. Den genannten Autoren zufolge existierten auf der Erde niemals plötzliche Umwälzungen.

Dieser Ansicht widersprechen die floristischen Erfahrungen verschiedener geologischer Perioden. Wir können zwar nicht in Abrede stellen, dass allmähliche geologische Veränderungen stattgefunden haben, aber ganz entschieden müssen wir auch plötzliche Katastrophen zugeben. Wenn die Veränderungen nur allmählich gewesen wären, so müssten die Floren der zusammenhängenden Kontinente in den einzelnen Erdzonen überall von gleicher Zusammensetzung sein, denn es wäre da genug Zeit gewesen, dass sich die Arten dieser Floren so weit als möglich verbreitet hätten, da sie in ihrer Entwicklung durch nichts behindert worden wären. Ausserdem müssten die Floren der nacheinander folgenden Perioden allmähliche Veränderungen aufweisen.

Erwägen wir die geologischen Ereignisse in Europa zu Ende des Tertiärs (Pliocäns) und in der Glazial- (Diluvial-)zeit. Die warme Flora des Tertiärs ging beim Eintritt der Eiszeit fast gänzlich zugrunde (nur unbedeutende Reste im warmen Mittelmeergebiet haben sich bis heute erhalten). Wenn wir einen allmählichen Übergang aus dem Tertiär in die Glazialzeit annehmen würden, so hätten sich wenigstens viele Tertiärpflanzen den neuen Verhältnissen angepasst und so in Europa erhalten haben müssen. Dasselbe gilt von der Fauna. Wir wissen aber, dass in der Glazialperiode sowohl die Flora als auch die Fauna der borealen Gegenden Fuss gefasst hat und haben dafür direkte Beweise. Man könnte erwarten, dass nach dem Aufhören der Glazialzeit sich die Mehrzahl der borealen Pflanzen dem rezenten warmen Klima anpassen und hier in veränderten Arten weiter leben wird. Dies ist aber nicht der Fall. Von der Flora der Glazialzeit erübrigten bei uns nur spärliche Reste und zwar hauptsächlich nur in den Gebirgsstrichen und Torfbecken. Mitteleuropa wurde wieder von einer anderen Pflanzenwelt besetzt und zwar von einem Gemisch der hieher aus dem Süden und Osten eingewanderten Pflanzen.

Am Ende der Glazialzeit mussten sich schreckliche Elementarkatastrophen, welche alljährlich alle Gegenden samt der Flora und Fauna verwüsteten, abgespielt haben. Offenbar tauten damals ungeheuere Schneemassen und die Gebirgsgletscher auf, riesige Wassermengen füllten alle Fluss- und Bachläufe an, deren Betten aufgewühlt wurden. In den seitwärtigen blinden Buchten und stillen Wässern setzten sich aus dem Schlammwasser die heutigen Diluviallehme ab. Deshalb sind diese überall Begleiter der Täler und Flussbetten. Der grössere Teil der Länder mit Ausnahme der Gebirgsrücken und Höhen war vom Wasser bedeckt. Dies dauerte höchstwahrscheinlich den ganzen Sommer über; nur im Winter fror alles zu und trat eine Verringerung und Beruhigung der reissenden Gewässer ein.

Unter solchen Umständen mussten Tiere und Pflanzen dem Untergange geweiht sein. Deshalb finden wir auch zahlreiche Leichen der damals ertrunkenen Tiere in blinden Buchten, in welche sie hineingerieten. Wenn diese damaligen Mammuts, Hyänen und Bären eines natürlichen Todes unter ruhigen Verhältnissen gestorben wären, so wären ihre Knochen vermodert und keine Spuren mehr davon zu finden. Dadurch lässt sich wohl überhaupt das Aussterben dieser Säugetiere erklären, welche unter derartigen Elementarkatastrophen nicht genügende Nahrung zu finden vermochten.

Aus der Periode der ruhigen Entwicklung der Erde erhalten sich uns nur ganz unbedeutende Reste in den Buchten der Gewässer, in den Tuffen oder Torfmooren. Man bedenke nur, wie gering die erhaltenen Reste von zugrunde gegangenen Tieren oder die Pflanzenabfälle aus der Gegenwart in Europa sind. Es sind dies fast ausschliesslich nur Überreste in den Tuffen, Torfmooren und Seebuchten.

Durch grosse Wasserfluten wurde zu Ende der Glazialzeit die Ackerkrume weggespült, so dass auf dem blossgelegten Gebirgsgestein eine Vegetation sich gar nicht ansiedeln konnte. Deshalb haben auch die pflanzenfressenden Tiere hier keine Nahrung gefunden und mussten dieselben eingehen. Das Wegspülen der Ackerkrume musste auch in allen Glazialzeiten in den älteren geologischen Perioden stattfinden, wovon wir in den Kreide- und Tertiärschichten Böhmens deutliche Belege finden. Schon dieses Moment allein würde hinreichen, um zu begreifen, warum nach jeder geologischen Periode eine andere Pflanzenwelt zur Entwicklung gelangte und warum die alte samt der Fauna dem Untergang verfiel.*)

So rasch und gewaltsam, als die Tier- und Pflanzenwelt am Ausgange der Glazialzeit vernichtet wurde, ebenso rasch starb die Fauna und Flora am Erde der Tertiärperiode aus. Die Abkühlung der Erde erfolgte mit Raschheit und auf der ganzen Erde gleichzeitig. Wie lange die Glazialzeit gedauert hat, wie lange ihre wärmere (interglaziale) Phase, darüber haben wir keine verlässlichen Daten. Gewiss war es eine lange Reihe von Jahrtausenden.

Wir nehmen deshalb an, dass die Glazialzeit eine rasch eingetretene geologische Veränderung bedeutet. Was die Ursache derselben war, wissen wir nicht. Es konnten dies atmosphärische, geotektonische, stellare Ursachen sein, auch die Lage der Erdachse konnte da eine Rolle gespielt haben. Gewiss trat seit der Glazialzeit eine Beruhigung und eine ruhige Entwicklung der Flora und Fauna bei gleichzeitigem Steigen der Temperatur ein. Wir gehen sonach einer Wärmerwerdung entgegen. Davon legt das Abnehmen der Gletscher in den Hochgebirgen, die Abnahme des Schnees dort, wo er einst auch den Sommer über auszudauern pflegte, das Verschwinden der

---

*) Das Studium der Ackerkrumenschichten (des Humusbodens) in den geologischen Schichten und die Art und Weise der Einlagerung der Pflanzen in den gleichzeitigen Schichten könnte sehr viele geologische Fragen erläutern.

Gletscher in verschiedenen Gebirgen überhaupt Zeugnis ab. Einen Beleg dafür bietet auch das stete Vorwärtsschreiten der warmen, pontischen und südeuropäischen Flora dem Norden und Nordwesten zu. Auch der Umstand, dass das Wandern der Vögel zur Winterzeit aus unseren Breiten in südlichere Länder abnimmt, scheint dafür zu sprechen.

Wie lange dieses Steigen der Erwärmung Europas dauern wird, ist ungewiss, aber wir können erwarten, dass neuerdings eine Eiszeit eintreten wird, deren Wirkungen für Europa noch ärger als in der früheren Zeit sein werden. Das Resultat davon wird das Vordringen der Polarzone weiter nach Süden und eine bedeutende Abkühlung Europas auch nach dem Aufhören der zweiten Eiszeit sein.

Und so werden in regelmässig sich wiederholenden Perioden Eiszeiten nacheinander folgen und wird das Floren- und Faunaleben zum Äquator zurückweichen.

Das sind allerdings Hypothesen, aber auf Fakten begründete. Verlängern wir diese Perioden in die Vergangenheit und wir werden dann Katastrophen haben, welche immer die Flora der vorangehenden geologischen Periode vernichteten. Die Tertiärformation (Paläocän, Eocän, Oligocän, Miocän, Pliocän) mag von fünf Eiszeiten durchschossen gewesen sein und hätte man da also eine fünffache Veränderung der Flora gehabt. Die Eiszeiten der Tertiärformation hatten allerdings nicht die Vereisung Europas zur Folge, weil damals auch die Wärme der Erde und vielleicht auch die Wärmeausstrahlung der Sonne grösser war. Aber sie konnten riesige Regenniederschläge zur Folge gehabt haben, ebenso auch Windkatastrophen u. s. w., was alles hinreichte, die in der vorangegangenen gemässigten Periode entwickelte Flora auszurotten. Auch in der Kreide, im Jura u. s. w. konnten ähnliche Eiszeiten mit Katastrophen existiert haben, welche noch ärger gewesen sein mochten, als in der Tertiärperiode, weil damals auf der Erde mehr Wasser war, als jetzt.

So hätten wir also auf der Erde ein regelmässiges Eintreten von katastrophalen Perioden, welche die einzelnen geologischen Perioden von einander abscheiden. Bei diesen Gelegenheiten veränderten sich auch die Umrisse der Meere und Kontinente. Wenn diese unsere theoretische Voraussetzung richtig wäre, so müssten wir die Ursache der Glazialzeiten in den sich regelmässig einstellenden Veränderungen der Lage der Erdachse oder in einer sich regelmässig einstellenden Stellarkonstellation suchen. Auf diese Weise würden wir uns aber auch das früher unlösbare Problem der floristischen Veränderungen in den einzelnen geologischen Perioden zu erklären imstande sein.

Zu Ende einer jeden Periode trat eine Abkühlung ein, die von Elementarkatastrophen begleitet war, welche die Überflutung ganzer Länder und die Vernichtung ganzer Floren zur Folge hatten. Nach dem Eintritte der Erwärmung stellten sich neue Konfigurationen des Festlandes und

neue Lebensbedingungen ein. Infolge dessen entwickelte sich eine neue Pflanzenwelt unter neuen Umständen. Es ist selbstverständlich, dass diese neue Pflanzenwelt ihren Ursprung von den Eltern der vorangegangenen Periode nahm, aber von Eltern, welche weder durch ihre individuelle Anzahl, noch durch die Anzahl der Arten in der übrigen Flora einen hervorragenden Platz einnahmen, weil sie damals keine günstigen Entwicklungsbedingungen fanden. Deshalb treffen wir sie auch in den Sedimenten nicht an. Diese Erscheinung wiederholt sich in der rezenten Zeit in ähnlicher Weise. Weder im Diluvium noch im Pliocän finden wir zahlreiche Umbelliferen, Papilionaceen, Cruciferen, Compositen, Ranunculaceen, Caryophyllaceen, Gramineen etc., aber in der Gegenwart sehen wir ihre erstaunlich reiche Entwicklung auf dem ganzen europäisch-asiatischen Festlande. In ähnlicher Weise entwickelten sich im Jura die Gymnospermen, im Karbon die Gefässkryptogamen.

Die vorher angedeutete Theorie könnte uns zu dem Verständnisse der Entstehung der Steinkohlentorfe, aus welchen sich die jetzige Steinkohle gebildet hat, führen. Es ist konstatiert, dass die Steinkohle sich nur in der Zone zwischen dem 30—45^0 des Südens und dem 50—60^0 des Nordens der Erdkugel vorfindet und dass die Bildung der Torfmoore eine nicht zu hohe, aber auch nicht zu niedrige Temperatur erfordert (deshalb finden wir Kohle weder in den Tropen noch in den borealen Gegenden). Das wird auch durch die rezenten Torfmoore bestätigt. Es ist deshalb wahrscheinlich, dass die Bildung der Kohle in der Karbonzeit und vielleicht auch noch im Tertiär (Braunkohle) in den Torfmooren der Eiszeit, welche allerdings von Gletschern und dem Zufrieren des Festlandes nicht, wohl aber von einer beträchtlichen Herabsetzung der Wärme und einer Ergiessung der Wässer über das Festland begleitet war, stattgefunden hat. Dafür würden die ungewöhnlichen Erscheinungen sprechen, welche Begleiterinnen der Karbonzeit sind und an die Glazialzeit erinnern.*)

Unsere Theorie wird auch durch die Abwechslung der tertiären Perioden in den Borealgegenden, deren Flora eine um einen Grad frühere Pflanzenwelt als in Mitteleuropa (nämlich z. B. Bäume von Pliocäncharakter, obzwar sie dem Miocän angehören) aufweisen, bestätigt. Dies ist auch ganz natürlich, denn aus den borealen Gegenden erfolgte die Wanderung dieser Pflanzen nach dem Süden und in den genannten Gegenden war die Einwirkung der Eiszeit auch immer eine intensivere. Währenddessen die Eiszeit in der Tertiärperiode in Mitteleuropa bloss Überschwem-

*) Die Mehrzahl der modernen Geologen stimmt darin überein, dass schon im Silur, Devon und Karbon Eiszeiten und entwickelte Gletscher vorhanden waren, wovon die erratischen Blöcke, Reste von Moränen und andere, aus dem Diluvium bekannten Merkmale Zeugnis ablegen. Auch alle späteren Perioden haben ihre Eiszeiten. Das alles würde unsere Theorie gut bestätigen.

mungen zur Folge hatte, bewirkte sie in den Borealgegenden schon Vereisung. Das Herabsteigen der Grenze der borealen Pflanzenwelt nach dem Süden ist also keine blosse Vermutung, sondern ein Faktum.

Aber auch andere Umstände beweisen, dass neben den allmählichen geologischen Veränderungen rasch erfolgende existierten. So erfolgte das Hervortreten der Basaltberge in dem böhmischen Mittelgebirge nicht im Verlaufe von Jahrtausenden, sondern rasch. Sie befanden sich ja in glühendem Zustand (da sie hier die Tertiärletten durchbrachen und ausbrannten) und als solche waren sie ja doch nicht ganze Tausend Jahre hindurch glühend. Und so verhält es sich mit allen Eruptivgesteinen überhaupt (Porphyr, Diabas u. a.), welche den Erd- und Meeresboden hoben. Ja noch heute erheben sich in kurzer Zeit aus dem Meere neue Inseln durch die innere Tätigkeit der Erde.

Unsere Darlegung der regelmässig sich wiederholenden Glazialperioden auf der Erde befindet sich in voller Übereinstimmung mit der Ansicht H. Simroths und P. Reibischs, nach denen die Erde zwei feste Pole (Ecuador und Sumatra) hat, zwischen denen sie langsam oszilliert. Die einzelnen Pendelschläge entsprechen den geologischen Perioden. Durch die Pendelschwingungen wird die Lage der einzelnen Punkte auf der Erde gegenüber der Sonne verändert, was auch eine Änderung der Wärmeverhältnisse zur Folge hat (Die Pendulationstheorie, Leipzig 1907).

Man kann zwei wichtigste Momente hervorheben, welche den hauptsächlichsten Einfluss auf die Entwicklung der Pflanzenwelt auf der Erde hatten: Die Abnahme der Erd- und Sonnenwärme und die Abnahme des Wassers auf der Erde. Beide Momente sind faktisch eingetreten, was im Verlaufe von Millionen von Jahren für die Entwicklung der Pflanzen auf der Erde viel bedeutet. Wir wissen, dass die Pflanzenwelt früher (zur Zeit des Karbons, Trias und Juras) von beiden Polen zum Äquator gleichmässig verbreitet war. Damals gab es keine Zonen. Noch im Mesozoicum (also in der Kreidezeit) finden wir in Grönland, auf Spitzbergen und im Franz-Josephsland Cycadeen, Ginkgos, Magnolien, Cinnamomen u. ä. also Pflanzen eines tropischen Klimas. Erst im Tertiär beginnen sich klimatische Zonen zu differenzieren. Ebenso können wir aus den Sedimenten der älteren geologischen Perioden schliessen, dass die vom Meer bedeckten Flächen grösser als das Festland waren und dass auch die Binnenseen zahlreicher und grösser waren. Das Wasser auf der Erdoberfläche nimmt stetig ab, indem es mit verschiedenen Stoffen in den festen Zustand übergeht. So nimmt das Festland zu und wird das Klima trockener. Hand in Hand damit vermehren sich die Bedingungen, welche zur Entwicklung der Festlands- und Luftpflanzen beitragen und nehmen die Bedingungen der Entwicklung von Wasser- und Sumpfpflanzen ab. Das können wir im Verlaufe der geologischen Perioden faktisch beobachten. Noch in der Zeit des Karbons herrscht durchweg eine Pflanzen-

welt, welche ein feuchtes Klima erfordert und die ihre Kopulation mit Hilfe des Wassers vollzieht.*) In der mesozoischen Zeit nehmen die Land- und xerophilen Pflanzen bereits zu und im Tertiär haben die Land- und Luftpflanzen bereits die Überhand wie in der gegenwärtigen Zeit. In demselben Vorschritt, in welchem also die Pflanzen aus den Landgewässern emportauchen, entstehen auch Organe zum Leben in der Luft und auf dem Festlande. Es verschwinden die Thalluse, es verschwinden Vorkeime und Spermatozoiden, wogegen sich beblätterte Stengel und an diesen die Luftorgane der Blüte entwickeln.

In den Tropen der äquatorialen Gegenden konnten die Glazialperioden keine so grossen Veränderungen bewirken, wie in den gemässigten Zonen und deshalb ist auch die rezente Pflanzenwelt der Tropen von jener der Kreide- und Tertiärzeit wenig verschieden. Die Veränderungen des Klimas wurden hier hauptsächlich nur durch die Abnahme der Wässer (Verdunstungen, Regen) und durch eine andere Konfiguration des Festlandes hervorgerufen. Deshalb weichen auch die in den Tropen gefundenen Tertiärpflanzen von den dort lebenden fast gar nicht ab. Übrigens werden uns weitere Forschungen in dieser Richtung gewiss noch wichtige Aufklärungen bringen.

Auf unserer Erde ist bisher die vom Wasser bedeckte Fläche grösser als das Festland und wenn wir erwägen, dass der Boden des Meeres zumeist überaus tief ist, so können wir nicht daran zweifeln, dass die bisher auf der Erde vorhandene Wassermenge so gross ist, dass dieselbe durch den geringsten inneren oder äusseren Faktor neuerdings leicht dazu gebracht werden könnte, sich über das Festland zu ergiessen und eine neue Gliederung des letzteren zu bewirken. Dadurch können neue Lebensbedingungen für die Pflanzen- und Tierwelt und demnach auch eine neue Entfaltung ganzer Reihen von Geschlechtern bewirkt werden. Demzufolge sieht unsere Erde noch grossen geologischen und organischen Veränderungen entgegen. Erst wenn einstens das feste Land dem Wasser gegenüber die Oberhand gewonnen haben und bis die grosse Differenz zwischen dem Meeresboden und der vertikalen Area des Festlandes verschwunden sein wird, erst dann wird sich die Geschichte der Erde konsolidieren und wird eine allmähliche Entwicklung der Pflanzen und Tiere auf der Erde zur Ausbildung gelangen.

In den früheren Kapiteln haben wir gesagt, dass es hauptsächlich die Veränderungen der Lebensbedingungen sind, welche Veränderungen in den Organen der Pflanzen hervorbringen. Und wenn die geologischen

---

*) In Australien ist die sogenannte Glossopteriskarbonflora entwickelt, welche sich von der europäischen bedeutend unterscheidet und nur der Entwicklung eines trockeneren Klimas in Australien ihre Entstehung verdankt. Es ist erstaunlich, dass dieser Flora eine ältere vorangeht, welche mit der europäischen übereinstimmt. Hier ist der Einfluss der klimatischen Feuchtigkeit sichtbar.

Veränderungen auf der Erde wirklich so grossartig wären, wie wir dieselben geschildert haben, dann würden wir auch die Variationen der Pflanzentypen im Verlaufe der einzelnen Perioden begreifen. So wird uns dann auch klar sein, warum einige Arten ganz ausgestorben oder verkümmert sind und warum neue Arten zu regem Leben erwachten. Auch heute leben mit uns viele Arten, welche nur kümmerlich vegetieren, keine neuen Formen bilden und geographisch sich nicht weiter verbreiten, indem sie zumeist auf bescheidene Standorte beschränkt sind (die rezenten Cycadeen, Gingko, Welwitschia, Gesneraceen auf der Balkanhalbinsel u. s. w.). Manche von ihnen sterben vor unseren Augen aus, so Taxus, Trapa u. a.

Wir sehen also, dass im Verlaufe der geologischen Zeiten gleichzeitig eine grosse Menge von Pflanzen- und Tiertypen dem Untergang verfiel, während zugleich eine grosse Anzahl neuer Arten sich differenzierte.

Es ist ferner gewiss, dass die Zeit, wo aus den Thalluskryptogamen (Algen) sich die Grundtypen für die Entwicklung der phanerogamen Pflanzenwelt gebildet haben, vorbei ist und dass daher in der Gegenwart eine ähnliche Urerzeugung der Phanerogamen nicht mehr existiert. Diese Zeit lag wohl sehr weit im Silur zurück, wo die ersten Inseln als Festland aus den Meeren auftauchten. Daraus kann geschlossen werden, dass demnach eine Zeit gewesen sein musste, wo in dieser Verwandtschaft Variabilität herrschte, wie sie jetzt unter den Umbelliferen etc. herrscht. Wir sehen also auch, dass im Verlaufe der Zeiten die Pflanzen sich auf einer gewissen Stufe der Entwicklung stabilisieren und ist da eben die Stabilisierung einer gewissen Summe von Lebensbedingungen die Ursache davon. Es ist daher ausgeschlossen, dass sich vielleicht einmal auf der Erde die Entwicklung der Gefässkryptogamen so, wie im Karbon wiederholen könnte oder dass neuerdings neue Typen der Gymnospermen entstehen könnten, wie es im Jura der Fall war. Dazu wäre es notwendig, dass die Erde neuerdings wärmer würde, dass sie mehr Wasser erhielte u. s. w. Das ist aber undenkbar.

Dagegen ist es wohl möglich, dass in der Zukunft eine ganze Menge von Angiospermen, hauptsächlich krautartiger, entstehen wird.

Das, was wir in dieser kurzen Abhandlung vorgebracht haben, sind nur grobe Umrisse; der freundliche Leser möge sich die Details selbst aus der betreffenden Fachliteratur ergänzen.

Im ganzen können wir aber sagen, dass unsere Kenntnisse der wirklichen Entwicklung der Pflanzenwelt auf der Erde auf Grund der paläontologischen und geologischen Fakten gering sind. Es sind das nur bruchstückweise Nachrichten aus dem grossen Buche der Natur. Und für den Menschen ist es desto schwieriger, diese Entwicklung während so ungeheurer Perioden zu begreifen, weil das menschliche Leben so kurz ist und die ganze Kulturzeit des Menschen im Hinblicke auf die Millionen

Jahre, während welcher die Tier- und Pflanzenwelt schon auf der Erde gelebt hat, verhältnismässig nur eine kleine Weile bedeutet. Mayer-Eymar berechnet z. B. die Dauer des Tertiärs auf 325 000, aber Blytt gar auf 3 250 000 Jahre. Die Berechnungen der Astronomen lauten dahin, dass die Dauer der Erde samt dem Wasser und dem Festlande (wo also die irdischen Organismen sich zu entwickeln vermochten) beiläufig zwanzig Millionen Jahre beträgt. Das sind freilich nur annähernde Zahlen, aber schon daraus ersehen wir, wie grossartig die Geschichte des organischen Lebens auf der Erde ist und welche geringe Rolle ihr gegenüber der Mensch spielt.

Es folgt daraus auch, dass das Studium der Paläontologie ungemein wichtig ist und dass namentlich der fossilen Pflanzenwelt eine grössere Aufmerksamkeit als bisher gewidmet werden sollte. Der Misserfolg der bisherigen phytopaläontologischen Studien muss darin gesucht werden, dass dieses Studium nicht selten von Autoren betrieben wird, welche der Systematik unkundig und in der Geographie und Morphologie der Pflanzen unerfahren sind. Das Studium der Phytopaläontologie ist auch deshalb wichtig, weil es uns Auskunft über das Klima der betreffenden geologischen Periode gibt.

Aus den grossartigen Umwälzungen und Veränderungen auf der Erde ersehen wir auch, wie mannigfaltig die Motive zu der Entwicklung der Pflanzentypen sind und dass die schwierigste Aufgabe die ist, zu sagen, in welchem Grade zwei Arten verwandt sind. Wir wissen heute, dass nicht alles, was sich ähnlich ist, auch verwandt ist.

Den Schluss unserer Abhandlung über die Genesis des Pflanzenreichs auf der Erde können wir in die Worte zusammenfassen: Wir wissen bisher wenig über die Phylogenese der Pflanzenwelt auf der Erde, können aber hoffen, dass die Lösung der Probleme auf diesem Gebiete in der Zukunft durch die vergleichende Morphologie, vergleichende Geographie und Phytopaläontologie erfolgen wird.

Druckfehler

Seite 3 Zeile 6 von unten lies g e n a n n t e n statt genanten.
» 13 » 11 » » » E n g l e r s statt Engers.
» 17 » 7 » oben » C h a r o p h y t e n statt Charoplyhen.
» 19 » 23 » » » n i c h t statt nciht.
» 20 » 24 » » » K a t e g o r i e n statt Katagorieen.
» 35 » 8 » unten » d i e statt dei.
» 35 » 9 » » » n e n n e n statt nenen.
» 45 » 10 » » » k e i m e n statt Keimen.
» 60 » 7 » oben » O e d o g o n i u m u n d e i n i g e n Z y g n e m a c e e n statt Oedogonium.
» 62 soll bei der Fig. 23, A stehen: S p h a c e l a r i a o l i v a c e a statt Battersia mirabilis.
» 169 Zeile 4 von oben lies E m b r y o s a c k statt Pollensack.
» 169 » 8 » » » E m b r y o s a c k e statt Pollensacke.
» 274 » 13 » » » v i e r statt drei.
» 280 » 8 » » soll nach Winkler noch L u b b o c k stehen.
» 280 » 11 » » ist der Punkt nach wiedergegeben zu streichen.
» 281 » 14 » » lies A c h s e n k e g e l statt Achselkegel.
» 286 bei der Fig. 185 » s') S t i p e l l e n statt s') Stipullen.
» 291 » » » 189 » S t i e l e n (a) statt Stielen.
» 291 Zeile 4 von unten » D i c e n t r a C u c u l l a r i a statt Corydalis capnoides.
» 298 soll bei der zweiten Abbildung von unten 19 und bei der dritten von unten 30 stehen.
» 302 Zeile 5 von oben lies d e r K e i m b l a t t s t i e l statt das Keimblatt.
» 322 » 16 » » » e n d o g e n statt exogen.
» 333 » 20 » unten » E n t w i c k l u n g statt ntwicklung.
» 335 » 15 » » » (F e) statt (Fie).
» 343 » 24 » oben » (b') a u s d e r statt (b) aus des.
» 380 » 6 » » » F i g. 2 3 9 statt Fig. 339.
» 406 » 18 » » » F i g. 1 1 statt Fig. II.
» 422 » 3 » unten » (l) statt (L).
» 423 bei der Fig. 268 » α) statt x).
» 425 Zeile 14 von unten ist (a) zu streichen.
» 437 bei der Fig. 278 lies A e s c h y n o m e n e statt Aeschiomene.
» 438 Zeile 7 von oben lies A e s c h y n o m e n e statt Aeschiomene.
» 447 » 17 » unten » (s') statt (s).
» 461 bei der Fig. 293 » G e i s s o r h i z a statt Geirorhiza.
» 467 Zeile 23 von oben » J c q. statt Icq.
» 470 » 13 » » » G e i s s o r h i z a statt Geirorhiza
» 473 » 2 » » ist (b) zu streichen.
» 475 bei der Fig. 299 lies o) statt v).
» 523 » » » 341 » (l i n k s) statt (rechts).

Seite 575 Zeile 6 von unten lies Jost statt Jos.
» 605 soll bei der Fig. 381 Cuphea sp. stehen.
» 615 soll auf der Abbildung III1 statt des zweiten a von unten a' stehen.
» 631 Zeile 8 von unten soll mit den Worten: Die Brachyblaste ein neuer Absatz anfangen.
» 646 bei der Fig. 401 lies Nauclea statt Nanolea.
» 646 Zeile 3 von unten lies Nauclea statt Nanolea.
» 648 bei der Fig. 404 lies Adolphia statt Adolia.
» 650 Zeile 2 von unten lies Adolphia statt Adolia.
» 692 » 5 » oben » fünf statt vier.
» 693 » 2 » unten » Hippocratea statt Hyppocratea.
» 714 bei der Fig. 445 lies Mallotus statt Malotus.
» 729 Zeile 16 von unten lies Art statt Gattung.
» 829 » 1 » oben » bostryx statt bostrix.
» 867 bei der Fig. 529 lies Matisia statt Mutisia.
» 867 Zeile 3 von unten lies Matisia statt Mutisia.
» 945 » 7 » oben » Cochliostema statt Cochliostoma.

Verzeichnis der benützten und zitierten Literatur.

Albanese N. Ein neuer Fall von Endotropismus des Pollenschlauches. Sitzungsberichte der Wiener Akademie. CXIII.

Alefeld Fr. Ueber Trioecie und Trimorphie. Bot. Ztg. 1863.

Amici Giov. Batt. Note sur le mode d'action des pollen sur le stigmate. Ann. des sc. nat. 1830.

D'Arbaumont M. J. Ramification des Ampélidées, vrilles et inflorescences. Bull. de la Soc. bot. de France. 1882.

Areschoug Fr. W. Beiträge zur Biologie der Holzgewächse. Lund 1871.

— Bidrag till Groddknopparnas Morfologi och Biologi. Lund 1857. 7 tab.

Arber, E. A. Newell, John Parkin. On the origin of Angiosperms. Linn. Soc. Journ. Bot. 1907.

— Der Ursprung der Angiospermen. Oest. Bot. Zeit. 1908.

Arnoldi W. Beiträge zur Morphol. d. Gymnospermen. Embryogen. von Cephalotaxus Fort. Flora. 1900.

Ascherson P. Potamogetonaceae. Engl. Fam. 1889.

Askenasy M. E. Über den Einfluss des Wachsthumsmediums auf die Gestalt der Pflanzen. Bot. Ztg. 1870. 2 Taf.

— Über das Aufblühen der Gräser. Verhandl. d. naturw. med. Ver. zu Heidelberg. N. Fge. Bd. 2.

— Über explodierende Staubgefässe. Verhandl. d. naturh. Vereins. Heidelberg. 1879.

Huss Har. Axel. Beiträge zur Morphologie u. Physiologie d. Antipoden. 5 Taf. Beiheft. z. Bot. Centralbl. 1906.

Bachmann O. Systematische Bedeutung der Schildhaare. Flora. 1886.

Baillon H. Histoire des plantes. Paris. 1867—1894.

Batalin A. Die Selbstbestäubung bei Juncus bufonius L. Bot. Ztg. 1871.

Bauke H. Entwicklungsgeschichte des Prothalliums bei den Cyatheaceen. Jahrb. für wis. Bot. X. — Beitr. zur Keimungsgesch. der Schizeaceen. Jahrb. XI.

— Zur Erkenntn. der sexuellen Generation bei den Gattungen Platycerium, Lygodium und Gymnogramme. Bot. Ztg. 1878.

Bartušek V. Z historie vajíčka rostlinného. Živa. 1905.

Bayer Aug. Zur Morphologie der Rhizome von Pteris aquilina, Sitzungsber. d. kön. böhm. Ges. d. Wis. Prag. 1903. 1. Taf.

— Zur Deutung der weiblichen Blüten der Cupressineen nebst Bemerkungen über Cryptomeria. Beih. z. Bot. Centralbl. 1907. 1. Taf.

Balicka-Iwanowska G. Contribution à l'étude du sac embryonaire chez certains Gamopétales. Flora. 1899.

Balfour J. H. The plants of the Bible. Edinburgh. 1866.

Balfour B. Resemblances betwixt plants and animals in respect of their nutrition. 1879.

Baillon M. H. Icorographie de la flore française. Paris. 5 vol. 500 Pl.

— Essai sur les lois de l'entrainement dans les végétaux. Compt. ren. 1876.

— Sur les Amentacées (cupula). Rev. des. cours scientif. 1875.

— Recherches organogénique sur la fleur des Conifères. Adanson. I. V. — Ann. Sc. nat. 1860.

— Organogénie des Xanthium. Adansonia. I. p.

De Bary M. A. Über apogame Farne und die Erscheinung der Apogamie im Allgemeinen Bot Ztg. 1878

— Über den Befruchtungsvorgang bei den Charen. Monatsber. der Akad der Wiss. Berlin. 1871.

— Fruchtentwickelung der Ascomyceten. Leipzig. 1863. 2. Taf.

— Zur Keimungsgeschichte der Charen. Bot. Ztg. 1875. 2 Taf.

Beccari M. O. Della organogenia dei fior. feminei del Gnetum Gnemon L. Nuovo Giorn bot. ital. 1877.

Beccari M. O. Nelle foreste di Borneo. Firenze. 1902.
Benecke Fr. Zur Kenntniss d. Diagramms d. Papaveraceae u. Rhoeadinae. Engl. Jahrb. 1881. 1. Taf.
Beer J. G. Beiträge zur Morphologie und Biologie der Orchideen. Wien. 1863. 12 Taf. Fol.
Bergren Sven. Studies öfwer mossornas byggnad och utweckling Andreaeaceae. Lund, Arsskrift, Tom. V. 1868. (2 Taf.).
— Om Azolla's prothallium och embryo. 1880. 2 pl.
Beyerinck M. W. Over normale wortelknoppen. Nederland Kruidkundig Archief. 4. d.
Berkovcová Anna. Regenerace u jatrovek. Rozpr. České Akademie. 1905.
Beissner. Jugendformen von Pflanzen, speciell von Coniferen. Ber. d. deutch. botan. Gesellschaft. VI. 1888.
Bertrand C. E. Étude sur les téguments séminaux des végétaux phanérogames. Gymnosp. Annal. d. sc. nat. 1878.
Behrens J. Die Nectarien der Blüten. Regensb. 1879. 5 Taf.
— Beitrag zur Kenntnis der Befruchtungsvorgänge bei Fucus vesiculosus. Berichte d. deutsch. bot. Gesellschaft. 1886.
— Untersuchungen über d. anatomischen Bau d. Griffels u. d. Narben. Göttingen. 1875.
— Beiträge zur Geschichte d. Bestäubungstheorie. Schulprogramm. Elberfeld. 1877.
Belajeff W. C. Über Bau und Entwicklung der Spermatozoiden bei den Gefässkryptogamen. Ber. d. deutsch. bot. Gesell. 1889.
— Antheridien und Spermatozoiden der heterosporen Lycopodiaceen. Botan. Ztg. 1885.
— Zur Lehre von d. Pollenschlauche der Gymnospermen. Ber. d. deutsch. bot. Gesellschaft. 1891. 1893.
Bennett M. A. W. On the Structure and Affinities of Characeae. The Journ. of. Bot. 1878.
Bernoulli G. Zur Kenntnis dimorpher Blüten. Bot. Ztg. 1869.
Bitter G. Parthenogenes. und Variabil. bei Bryonia dioica. Abh. nat. Ver. Brem. 1904.
— Ophioglossaceae. Engl. Fam. I. 4.
Bischoff Wilh. Beobacht. über d. eigenthüml. Gang d. Keimens u. d. Entwickelung d. Knollen bei Corydalis-Arten. 2 Taf. 1832.
Boldt Ch. E. Om epifylla blommor hos Chirita hamosa R. Br. — Vidensk. Meddel. Kjopenh. 1897.
Bonnier G. Sur quelques plants annuelles ou bisannuelles, qui peuvent devenir vivaces aux hautes altitudes. Bull. de la Soc. bot. de France. 1884.
— Les plantes arctiques comparées aux mêmes especes des Alpes et des Pyrénées. Rev. gen. bot. 1894.
Bornet. Recherches sur le Phucagrostis major. Ann. d. sc. nat. 5. 1864.
Bower F. O. On the comparative morphology of the leaf in the vascular cryptogams and gymnosperms. 1884. 4 pl.
— On the development and morphology of Phyloglossum. Transact. of the royal. Soc. London. II. 1885.
— The germination and embryology of Gnetum Gnemon. Journ. of microsc. Sc. London. 1882. 1 pl.
— On apospory and allied phenomena. Transact. Linn. Soc. London. 1889.
— On Apospory in Ferns. Journ. of t. Linn. Soc. 1885. 2 pl.
Braun Alex. Vergleich. Untersuchung über die Ordnung der Schuppen an den Tannenzapfen. Abh. d. Leop. Carol. Akad. XIV. 1831.
— Über die Möglichkeit eines wissenschaftlichen Verständnisses der Blattstellung. Flora. 1835.
— Über Parthenogenesis bei Pflanzen. Abh. Akad. Berlin. 1856.
— Über Polyembryonie u. Keimung von Caelebogyne ilicifolia. Ebenda. 1859. 6 Taf.
— Über collaterale Beisprosse. Sitzber. d. nat. Fr. Berlin. 1874.
— Über abnorme Blattbildung von Irina glabra im Vergleich mit analogen Vorkommnissen bei anderen Pflanzen. Verhandlungen der 35. Naturforscherversammlung.
— Über Placentenbildung. Sitzber. d. bot. Ver. Prov. Brandenburg. 1874.
— Über die Blattstellung und Verzweigung der Lycopodiaceen, insbesondere der G. Salaginella. (Verhandl. d. Bot. Ver. f. d. Prov. Brandenburg. 1874.).
— Die unterirdischen Stolonen von Struthiopteris germanica. Betracht. über die Verjüng. in d. Natur.
— Die Frage nach der Gymnospermie der Cycadeen. Monatsber. der kön. Akad. d. Wis. Berlin. 1875.
— Characeen. Kryptogamenflora v. Schles., red. Cohn. Bd. 1. Breslau. 1876.
— Das Individuum d. Pflanze in seinem Verhältniss zur Species. Generationsfolge, Generationswechsel und Generationsvertheilung d. Pflanze. Berlin. 1853.
— Fragmente einer Monographie der Characeen. Abhandl. d. Akad. der Wissensch. Berlin. 1882.

Braun Alex. Über pelorische Gipfelblüthen von Digitalis purpurea. Sitzb. d. Ges. nat. Fr. Berlin. 1872. Bot. Ztg. 1872.
— Über die Bedeutung der Entwickelung in der Naturgeschichte. Berlin. 1872.
Brefeld O. Untersuchungen aus dem Gesamtgebiete der Mykologie. Münster i. W. 1871.
Brown Rob. Description of the female flower and fruit of Rafflesia Arnoldi and an illustration of the structure of Hydnora africana. IX tab. 1834. fol.
— On the plurality and development of the embryos in the seeds of Coniferae. 1 pl. London. 1844.
— Observations on the organs and mode of fecondation in Orchideae and Asclepiadeae. London. 1831.
Brongniart M. Ad. Monstr. vég. Examen de quelques cas de monstruosités végétales propres à èclairer la structure du pistil et l'origine des ovules. Annal. d. sc. 1844.
— Mémoire sur la géneration et développement de l'embryon dans les vég. Phanérogames. Ann. des sc. nat. I. 1827.
— Sur la constitution du cône des Conifères. Bull. de la Soc. Bot. France. 1871.
Bravais L. et A. Essai sur la disposition des feuilles curviseriées. Ann. de sc. nat. VII. 1837. Paris.
Bruns Erich. Der Grasembryo. Flora. 1892.
Brundin. Über Wurzelsprosse bei Listera cordata. Svensk. Akad. Handlingar. 21 Bd.
Bruchmann H. Über d. Prothallien u. d. Keimpflanzen mehrerer europäischer Lycopodien. Gotha. 1898. 7 Taf.
— Über d. Prothalium u. d. Keimpflanze von Ophioglossum vulgatum. Bot. Ztg. 1904.
— Die vegetativen Verhältnisse der Selaginellen. Giebels Zeitschr. f. d. ges. Naturwissenschaft. 1877.
— Über einige Ergebnisse der Untersuchungen, die Vegetationsorgane von Selaginella spinulosa betreffend. Zeitschrift f. Nat. Halle. III. — Gotha. 1897. 3 Taf.
Buchenau Fr. Blütenstand der Juncaceen. Pringsheim. Jahrb. 1865.
— Ueber d. Richtung d. Samenknospe bei d. Alismaceen. Pringsh. Jahrb. 1869—70.
— Zur Naturgeschichte von Narthecium ossifragum. Bot. Ztg. 1866.
— Beiträge z. Kenntnis d. Butomaceen u. Juncaceen. Engl. Jahrb. 1882.
— Spornbildung bei Alectorolophus major. Nat. Ver. Bremen. 1906.
— Eigenthümlicher Bau der Blattspitze von Scheuchzeria palustris. Bot. Ztg. 1872.
— Beiträge zur Entwickelungsgeschichte d. Pistills. Linnaea. 1851.
Bucherer Em. Beiträge z. Morphol. u. Anatom. d. Dioscoreaceen. Biblioth. Bot. Cassel. 1889. 5 Taf.
— Ueber Prolification u. Phyllodie bei Geum rivale. Ber. d. deutsch. Ges. 1892.
Burck M. W. Vorläufige Mittheilung über die Entwickelungsgeschichte des Prothallium von Aneimia. Bot. Ztg. 1875.
Buscalioni L. Sulla caulifloria. Malphighia. 1903.
Buscalioni L. et Trinchieri G. Sul polymorfismo fogliare del Ginkgo biloba. Note Botan. Catania. 1906. Malpighia.
Buesgen M. Untersuchungen über abnormale Marsilienfrüchte. Flora. 1890.
Campbell D. H. A morphological study of Naias a. Zannichellia. Proc. Calif. Acad. 1897.
— Studies on the flower a. embryo of Sparganium. Proc. Calif. Acad. 1897.
— Die ersten Keimungsstadien v. Isoëtes echinospora. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Berlin. 1890.
De Candolle Pyramus Aug. Organographie végétale. Paris. 1827.
C. de Candolle. Nouvelle considérations sur la Phyllotaxie. Arch. des Sc. phys. et nat. 1895.
— Remarques sur la tératologie végétale. Genève. 1897.
— Considérations sur l'étude de la Phyllotaxie. Genève. 1881.
— Observations tératologiques. Bull. de la Soc. bot. Genève. 1905.
— Questions de morphologie et de biologie végétales. I. Les bourgeons adventifs endogènes. (Archiv. des Scienc. phys. et nat. XVI. 1903.).
— Recherches sur les inflorescences épiphylles. Genève. 1890. 2 pl.
— Nouvelle étude de Hypoascidies de Ficus. Bullet. de l'Herb. Boissier. 1902. 2 Taf.
— Sur un ficus a Hypoascidies. Ibidem. 1901.
Capus C. Anatomie du tissu conducteur. Ann. des sc. nat. 1878.
Caspary Rob. Einige Pelorien. (Orch., Columnea, Digitalis.) Verhandl. d. phys. okon. Ges. 1860.
De floris Abietinearum structura morphologica. Königsberg. 1861. Ann. d. sc. nat. 1860.
— De nectariis. Bonnae. 1848. 3. Taf.

Caspary Rob. Über Blüthensprosse auf Blättern. Schrift. d. phys.-oek. Ges. zu Königsberg, 1874. 1 Taf.
Čelakovský Lad. Über die Cupula und den Cupularfruchtknoten. Oest. Bot. Z. 1874.
— Über d. Inflorescenzen d. Borragineen. Ber. kgl. b. Ges. d. Wis. 1874.
— Über terminale Ausgliederungen. Ibidem. 1875.
— Vergleichende Darstellung d. Placenten in d. Fruchtknoten d. Phanerogamen. Abh. d. kgl. böhm. Ges. d. Wis. 1876. 1 Taf.
— Über d. morphologischen Aufbau von Vincetoxicum u. Asclepias. Flora. 1877. 1 Taf.
— Vergrünungsgeschichte der Eichen von Trifolium repens L. 1 Taf. 1877. Flora.
— Über vergrünte Eichen von Hesperis matronalis. Flora. 1879. — Ber. d. Ges. d. Wis. Prag.
— Über die Blüthenwickel der Borragineen. Flora. 1880.
— O květenství rostlin brutnákovitých. Praha. 1880. 1 tab.
— Neue Beiträge zum Verständniss d. Borragineenwickel. Flora. 1881.
— Vergrünungsgeschichte der Eichen von Aquilegia als neuer Beleg zur Foliolartheorie. Bot. Centralbl. 1882.
— Zur Kritik d. Ansichten von d. Fruchtschuppe d. Abietineen. Abhandl. d. k. Ges. d. Wis. Prag. 1882.
— O variacích, vzrůstu a rozvětvení rulíku (Atropa). Zprávy král. č. spol. nauk. Praha. 1884. 1 Taf.
— Über die Inflorescenz von Typha. Flora. 1885.
— O morfologickém významu kupuly u pravých Kupulifer. Zprávy král. č. spol. nauk. 1886. Praha.
— Ueber die Cupula von Fagus u. Castanea. Pringsh. Jahrb. 1889.
— Über den Aehrchenbau d. brasilian. Grasgat. Streptochaeta. Ber. d. k. b. Ges. d. Wis. 1889.
— O listech šitých a exkrescenčních. Rozpr. kr. č. Akad. 1892.
— O abnormálních metamorfosách květů tulipánových. Rozpr. české Akademie. 1892.
— Nauka o květenstvích na základě deduktivním. Rozpr. čes. Akademie. 1892. 4. tab.
— O kladodiích Asparageí. Rozpr. čes. Akad. 1893.
— Über Doppelblätter bei Lonicera periclymenum. Pringsh. Jahrb. 1894.
— Über den phylogenet. Entwicklungsgang d. Blüthe u. über d. Ursprung d. Blumenkrone. Ber. d. k. b. Ges. Wis. 1896.
— O listech monofaciálních. Praha. Rozpr. čes. Akademie. 1903.
— Nejnovější badání a názory o embryu trav. Rozpr. čes. Akademie. 1896.
— Über d. Homologien d. Grasembryos. Bot. Ztg. 1897.
— Über Van Tieghems neueste Auffassung des Grascotyledons. Ber. d. k. b. Ges. d. Wis. 1897.
— O významu a původu věnce (paracorolla) Narcisovitých. Rozpr. čes. Akad. 1898. 4. tab.
— Neue Beiträge zum Verständniss der Fruchtschuppe der Coniferen. Pringsh. Jahrb. 2 Taf. 1900.
— Nachtrag zu meiner Schrift über die Gymnospermen. Engl. Jahrb. 1897.
— Die Gliederung d. Kaulome. Bot. Ztg. 1 Taf. 1901.
— Die Berindung d. Stengels durch d. Blattbasen. Flora. 1902.
— Adam Zalužanský ze Zalužan ve svém poměru k nauce o pohlaví rostlin. Osvěta. 1876.
— Rozpravy o Darwinově theorii a o vývoji rostlinstva. Praha. 1894.
— Linnéova zásluha o náuku pohlavnosti rostlin. Osvěta. 1885. (deutsch in Engl. Jahrb. 1884).
Chauveaud G. L. Sur la fécondation dans les cas de polyembryonie. Compt. Rend. 1892.
— La théorie du Phytons chez les Gymnospermes. Paris. 1902.
Chevalier M. A. Histoire d'une liane caoutchouc de l'Afrique tropical. Bull. de la Société bot. de France. 1906.
Chodat et Lendner. Remarques sur le diagramme des Crucifères. Bull. l'Herb. Boiss. 1897.
Clos M. D. Examen de la prétendue prolification du Tetragonia expansa. Bull. de la Soc. bot. de France. 1855.
— De la signification des épines et des réceptacles des fleurs femelles chez les Xanthium. Mem. Acad. de Toulouse. 1856. 1 pl.
— Sépales stipulaires. Bull. de la Soc. bot. de France. 1859. Calicule ou involucre des Malvacées. 1854.
— De la colonne ou columelle des Géraniacées, des Malvacées et des Euphorbes. Bull. de la Soc. bot. de France. 1857.

Clos M. D. Nouvel aperçu sur la théorie de l'inflorescence. Bull. de la Soc. bot. de France. 1861.
— De la signification du filet de l'étamine. Compt. rend. 1876.
— Considérations sur la nature du prétendu culicule ou involucre des Malvacées. Bull. de la soc. botan. de Fr. 1854.
— Nanisme dans le Règne végétal. Mém. Acad. Scienc. Toulouse. 1899.
— Des épines pulvinales de quelques espèces d'Asparagus. Bull. de la Soc. bot. de France. 1866.
Clavaud M. A. Note sur les organes hypogés des Characées. 1 pl. Bull. de la Soc. bot. de France. 1863.
Clarke M. B. On the embryo of Nelumbium. Lin. Soc. London. 1854.
Cohn F. J. Über die Funktion der Blasen von Aldrovanda und Utricularia. Beitr. z. Biol. III. 1875
Cockayne L. An inquiry into the seedling forms. Transactions. N. Z. Instit. Vol. 31.
Collins G. Dimorphism in the Soots of Ginkgo. Plant World. 1903.
Colomb. Recherches sur les stipules. Annales des scienc. natur. Ser. VII. 1887.
Cook Melville Thurston. The developm. of the embryos c. a. embryo of Potamogeton lucens. Bull. Torr. Botan. Club. Boston. — The embryology of Rhytidophyllum. Ibidem. 1907. — The embryology of Rhizophora Mangle. Ibidem. 1907.
— Notes on Polyembryony. Torreya. 1907.
Cosson M. E. Note sur la stipule dans le genre Potamogeton. Bull. de la Soc. bot. de France. 715. 1860.
Correns C. Untersuchungen über die Vermehrung der Laubmoose durch Brutorgane und Stecklinge. Jena. 1899.
Costerus J. C. Paedogenesis. Recueil des trav. bot. Néere. I. 1904.
Costerus J. C., Smith Jr. Teratology studied in the Tropics. Annales de Buitenzorg. XIII. 1896, 1904.
Coulter J. M. Notes on the Fertilization and Embryogeny of Conifers. Bot. Gar. 1897.
Coulter J. M. and *Chamberlain Ch. J.* Morphology of Spermatophytes. New York and London. 1903.
Cramer M. C. Über die geschlechtlose Vermehrung der Farnprothallien. Denkschr. d. schweiz. naturf. Ges. 1880. 3 Taf.
— Morphol. Bedeutung d. Pflanzeneies. 16 Taf. Zürich. 1864.
— Bildungsabweichungen bei einigen wichtigeren Pflanzenfamilien u. d. morpholog. Bedeutung d. Pflanzeneies. Zürich. 1864. 16 Taf.
— Ueber Pflanzen-Architektonik. Zürich. 1857.
Crié L. Sur le polymorph. floral et la pollination du Lychnis dioica. Compt. rend. Paris. 1884.
Dalmer M. Über d. Leitung d. Pollenschläuche bei. d. Angiospermen. Jenaische Zeitschr. XIV. 4.
Dammer U. Die extrafloralen Nektarien von Sambucus nigra. Oest. Bot. Zeitschr. 1890.
Damaskinos et Bourgois. Des bourgeons axillaires multiples dans les Dicotylédones. Bull. de la Soc. bot. d. Fr. 1858.
Darwin Charles. On the movement and habits of climbing plants. London. 1865.
— Insectivorous plants. London. 1875.
— Die verschiedenen Einrichtungen, durch welche Orchideen von Insecten befruchtet werden. Deutsche Ausgabe von V. Carus. Stuttgart, 1877.
Day Dr. F. Parthenogenesis in Thalictrum Fendleri. Bot. Gaz. 1896
Delpino F. Teoria generale della fillotassi. Atti della r. univers. di Genova. 1883.
— Sulla viviparita nelle plante superiori e nel genere »Remusatia«. 1895. 1 Taf.
— Eterocarpia ed eteromericarpia nelle angiosperme. 1894.
— Ulteriori osservazioni sulla dicogamia nel regno vegetale. Att. della soc. Ital. sc. n. 1870.
— Fiori doppi. Mem. d. acaded. scienz. Bologna. 1887.
Delbrouck M. C. Ueber Stacheln und Dornen. Bonn. 1873.
— Die Pflanzenstacheln. — Bonn, 1875. (Hansteins Botan. Abhandl.) 6. Taf.
Decaisne J. Mémoire sur le développment du pollen, de l'ovule du gui (Viscum album). Mém. Acad. Roy. Bruxelles. 1839.
Dennert Eberh. Dr. Beitrage zur anatomischen Systematik. Cruciferae A. Wigands. Botan. Hefte. Marburg. 1885.
Didrichsen A. Om Cyperaceernes Kim. Saert. af Bot Tidsskr Kiobenhavn 1894. 1897.
— Om Tornene hos Hura crepitans Saert. of Botan Tidds 19 Bd Kiobenhavn. 1895.

Didrichsen A. Afbildninger til Oplysning af Graeskimens Morphologi; Botanisk Tidsskrift udginet af den Botan. Ferening i Kjobenhavn. 18. B. 1892—1893.
Diels L. Jugendformen und Blütenreife im Pflanzenreich. Berlin. 1906. 120 S.
— Polypodiaceae. Engl. Fam. I., 4.
Dingler Herm. Über d. Scheitelwachsthum d. Gymnospermenstammes. München. 1882. 3 Taf.
— Die Flachsprosse der Phanerogamen. München. 185. (Xylophylla.) 3 Taf.
— Der Aufbau des Weinstocks. Engler, Bot. Jahrb. VI.
Dickson Al. On the Embryogeny of Tropaeolum peregrinum a. T. specios. Transac. Roy. Soc. Edinb. 1874. 3 pl.
— On the germination of Streptocarpus caulescens. Transactions and Proced. of the Botan. Society Edinburgh. Vol. XIV. 1883.
— Morphology of the pitcher of Cephalotus follicularis. Edinburgh, Botan. Soc. XIV
Dixon H. N. Fertilization of Pinus silv. Ann. Bot. 1894.
Diez. Knospenlage der Laubblätter. Flora 1887.
Domin Karel. Morfologická a fylogenetická studia o čel. Umbellifer. Rozpravy Akademie cís. Fr. Jos. Praha. 1908. Tab. 5.
— Úvod k novějším theoriím vývojovým. »Dědictví Komenského« č. 109. Praha. 1909. 221 stran.
Doubková Marie. Úponky a složení os u Cucurbitaceí. Rozpravy České Akademie. 1907. 2 tab.
Dodel A. Beiträge zur Kenntn. d. Befruchtungserscheinung bei Iris sibirica. Zürich, 1891.
Druery T. Charles. Further Notes on a singular Mode of Reproduction in Athyrium Filix femina. Linn. Soc. 1884. 2 pl.
— Observations on a singular Mode of Development on the Lady-Fern. Journ. of t. Linn. Soc. 1885.
Drude M. O. Die Biologie von Monotropa Hypopitys und Neottia Nidus avis. Goettingen. 1873. 4 Taf.
Duchartre M. P. Note sur le polymorphisme de la fleur chez quelques Orchidées. Bull. de la Soc. bot. de France. 1862.
— Quelques mots sur la germination du Delphinium nudicaule. Bull. de la Soc. bot. de France. 1872.
— Developpement et structure de Bégonias tubéreux à l'état jeune. Compt. rend. 1883.
— Note sur un Bégonia, qui produit des inflorescences épiphylles. Bull. de la Soc. de France. 1886.
— Observation sur le Bégonia socotrana Hook. Bull. de la Soc. bot. de France. 1885.
— Organogénie végétale. Note sur l'organogénie de la fleur des Malvacées. Compt. rendus de l'Academie des Scienes. T. XVIII.
Duval-Jouve M. J. Etudes sur le pétiole des Fougères. Hagenau. 1856—1861.
— Sur les organes de reproduction de l'Equïsetum arvense. Bull. de la Soc. bot. de France. 1859. 1 pl.
— Étude sur les stimulus d'ortie (Urtica). 1 pl. Bull. de la Soc. bot. de France. 1867.
— Sur la floraison et la fructification du Leersia oryzoides. Bull. Soc. Bot. de France. 1863.
— Étude histotaxique des cladodes du Ruscus aculeatus. Bull. de la Soc. bot. de France, 1877.
Dutailly M. G. Sur l'inflorescense du Butomus umbellatus. Bull. de la Soc. Lin. Paris, 1875.
— Sur les inflorescences bractéifères de certaines Borraginées. Bull. mens. de la Soc. Lin. de Paris, 1876.
— De la signification morphologique de la vrille de la Vigne-vierge. Adans. X.
— Sur la nature réelle de la fronde et du cotyledon des Lemna. Bull. mens. de la soc. Linn. de Paris. 1878.
— Sur les variations de structure de la ligule des Graminées. 1878.
Duvernoy G. J. Untersuchungen über Keimung, Bau- und Wachsthum der Monocotylen. Stuttgart. 1834. 2 Taf.
Ebeling Max. Die Saugorgane bei der Keimung endospermhaltiger Samen. Flora 1885.
Eckardt W. R. Dr. Über die klimatischen Verhältnisse der Vorzeit. Naturwissenschaftl. Wochenschrift 1906. Nr. 8.
Edgeworth M. Pollen illustrated with 438 figures (24 Taf.). London 1877.
Eichler A. W. Excursus morphologicus de formatione florum Gymnospermarum. Mart. Fl. Bras. 1863.
— Sind die Coniferen gymnosperm oder nicht? Flora, 1873.
— Ueber Welwitschia m. Flora, 1863.
— Blüthendiagramme. Leipzig 1875, 1878.

Eichler A. W. Über Bildungsabweichungen bei Fichtenzapfen. Sitzungsb. der Ak. Berlin. 1882.
— Entgegnung auf H. L. Čelakovský's Kritik meiner Ansicht über die Fruchtschuppe d. Abietineen. Sitzungsb. d. Ges. naturforsch. Fr. zu Berlin, 1882.
— Über d. weibl. Blüthen der Coniferen. Monatsber. d. kgl. Ak. d. Wis. Berlin 1881.
— Entwickelungsgeschichte der Palmenblätter. Abhandl. d. k. preussisch. Akad. d. Wissenschaft. 1885.
— Entwickelungsgeschichte des Blattes mit besonderer Berücksichtigung der Nebenblattbildungen. Marburg 1861.
— Balanophoreae brasilienses. München 1889. Fol. Mart. Fl. Bras. 16 Taf.
— Über Beisprosse ungleicher Qualität. Jahrb. d. kön. bot. Gart. Berlin. 1881.
Engler Ad. Vergleichende Untersuchung über die morphologischen Verhältnisse der Araceae. Nova Acta Acad. Leopol. Carol. Nat. Cur. 1876.
— Versuch einer Entwickelungsgeschichte d. Pflanzenwelt. 2 Tle. 1879, 1892.
— Grundzüge der Entwickelung der Flora Europas seit der Tertiaerzeit. Internat. Congr. Wien 1905.
— Beiträge zur Kenntnis der Antherenbildung der Metaspermen. Jahrb. f. wiss. Bot. 1875. 3 Taf.
— Lemnaceae. Engl. Fam. II. 3. 1889.
— *Prantl K.* Die natürlichen Pflanzenfamilien. Leipzig 1889—1908.
Engelmann G. Morphology of the Carpellary Scales of Coniferae. Am. Journ. Sc. 1876.
— Botanicae works collected for H. Shaw; Cambridge 1887. (Synopsis of the Cactaceae of U. S. etc.).
Ernst A. Der Befruchtungsvorgang bei d. Blüthenpflanzen. 1904. — Chromosomenreduction, Entwickel. d. Embryosackes und Befrucht. bei Paris quadrifol. und Trillium grandifl. Flora 1902.
— Beiträge zur Kenntnis d. Entwickel. d. Embryosackes und d. Embryos von Tulipa Gesner. Flora. 1901.
Ettingshausen Const. v. Beiträge zur Kenntnis der Flächenskelette der Farnkräuter. Akad. Wien 22, 23. 42 Taf.
— Die Farnkräuter der Jetztwelt zur Untersuch. und Bestim. der in den Formationen eingeschloss. Überreste von vorw. Arten. Wien 1864. 180 Taf.
— Blattskelette der Dicotyledonen. Wien 1861.
Fabre M. J. H. Observations sur les fleurs et les fruits hypogés du Vicia amphicarpa. Bull. de la Soc. bot. de France. 1855.
Famintzin A. Embryologische Studien. Mém. Academ. imp. St. Pétersbourg. 1879. 3 tab.
— Formation des bourgeons dans les Phanérogames. Ibidem 1886.
Farlow W. G. Apospory in Pteris aquilina. Ann. of. Bot. II.
— Über ungeschlechtige Erzeugung von Keimpflänzchen an Farnprothallien. Botan. Zeitung 1874.
Feist Aug. Über die Schutzeinrichtungen der Laubknospen dicotyler Laubbäume. Nova Acta d. K. Leop. Akademie. Halle 1887.
Figdor W. Über Regeneration bei Monophyllaea Horsfieldii R. Br. Oesterr. Botan. Zeitschrift 1903.
— Über die extranuptialen Nectarien von Pteridium aquilinum. Oesterr. Botan. Zeitschrift 1891.
Fischer Alfr. Zur Kenntnis d. Embryosackentwickl. einiger Angiospermen. 3 Taf. Jenaische Zeitschrift 14.
Flahault M. Ch. Sur les rapports de la radicule avec la tigelle dans l'embryon des Phanérogames. Bull. de la Soc. bot. de France. 1877.
Fleischer Em. H. Beiträge zur Embryologie d. Monokotylen u. Dicotylen. Regensburg 1874. 3 Taf. Flora.
Focke L. Schutzmittel der Pflanze. Kosmos V.
Franke M. Beiträge zur Morphologie und Entwickelungsgeschichte der Stellaten. Botan. Zeitung. 1896
Frank M. A. B. Über die Entwicklung einiger Blüthen mit besonderer Berücksichtigung der Theorie der Interponirung. Pringsheims Jahb. 1875.
Frank A. B. Lehrbuch d. Botanik. II. Band; Allgemeine und specielle Morphologie. Leipzig 1893.
Fretjakow S. Die Betheiligung d. Antipoden in Fällen d. Polyembryonie bei Allium odorum. Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1895.
Fries Rob. E. Ett par fall af terminal inflorescens-bildning hos Tilia. Svensk. Bot. Tidskr. 1908.
— Ornithophilie in der südamerikanischen Flora. 1 pl. 1903

Freyhold Ev. Symmetrieverhältnisse und Zygomorphismus d. Blüthen. — Beiträge zur Pelorienkunde. 1874—75.
Fritsch Karl. Gesneraceae. Engl. Fam. IV, 36. 1893.
— Über die Schösslinge des schwarzen Hollunders. Oester. Bot. Zeitschrift 1889.
— Die Keimpflanzen der Gesneraceen, Jena 1904.
— Die Stellung d. Monokotylen im Pflanzensystem. Engl. Bot. Jahrb. 1905.
Fritsche K. J. Über den Pollen. 13 Taf. Petersburg 1837.
Fritzsche Julius. Beiträge zur Kenntnis des Pollen. Berlin. 1832. 2 Taf.
Fuyi K. On the different views hitherto proposed regarding the morphology of the flowers of Ginkgo in Bot. Mag. Tokio. 1896, 1900.
Furlani J. Zur Embryologie von Colchicum autumnale. Oester. Bot. Zeitung 1904.
Gain Edm. Variations de la fleur et héterostylie du Pulmonaria officinal. Biometrika. VIII. 4. 1904.
Gay M. J. Nouvelles observations sur la couronne des Narcisées. Bull. de la Soc. bot. de France. 1860.
Gatin M. C. L. Recherches anatomiques sur l'embryon et la germination des Cannacées et des Musacées. Ann. des sc. nat. 9 ser. Paris 1908.
— Recherches anatomiques et chimiques sur la germination des palmiers. Annal. d. sc. nat. Paris 1906.
Gaudichaud Charl. Recherches gén. sur l'organographie, la physiologie et l'organogénie des végétaux. Paris 1841. 18 tab.
Ganong W. F. The comparative morphology of the embryos and seedlings of the Cactaceae. 1898.
— Beiträge zur Kenntnis der Morphol. und Biol. der Kakteen. Flora. 1894.
Geyler Th. Zur Kenntnis der Sphacelarieen. Pringsheim Jahrb. IV. 1865.
Germain de Saint-Pierre M. E. Germination du Dioscorea Batatas comparée a celle du Tamus communis et Asparagus off. Bull. de la Soc. bot. de France. 1857.
— Observations sur la fleur dite centrale dans le genre Daucus. Bull. de la Soc. bot. de France. 1842.
— Feuilles gemmipares chez l'Allium magicum et A. sphaerocephalum. Bull. de la Soc. bot. de France. 1855.
— Étude du mode de végétation et de la structure du rhizome de l'Hermodactylus tuberosus. Bull. de la Soc. bot. de France. 1855.
— Histoire iconographique des anomalies de l'organisation dans le règne végétal, ou Serie méthodique d'observations raisonnées de teratologie végétale. Paris 1855. 16 tab.
Gilburt M. W. On the Structure and Function of the scale-baves of Lathraea Squamaria. Journ. of t. Roy. micr. Soc. 1880. 1 pl.
Gjarušin Str. Povijest razvoja inflorescencija kod Dipsakaceja. Zagreb. 1904.
Glück Hugo. Biolog. u. morpholog. Untersuchungen über Wasser- und Sumpfgewächse. Jena. 1905, 1906.
— Die Stipulargebilde der Monocotyledonen. Heidelberg. 1901. 5 Taf.
Goebel K. Organographie der Pflanzen insbesondere d. Archegoniaten u. Samenpflanzen. Jena. 1898.
— Chasmogame u. kleistogame Blüten bei Viola. Flora. 1905. — Die kleistogamen Blüten u. die Anpassungstheorieen. Biol. Centralbl. 1904.
— Beiträge zur Kenntniss gefüllter Blüthen. Pringsheim. Jahrb. 17.
— Archegoniatenstudien. Sporen, Sporenverbreitung bei Selaginella. Flora. 1901.
— Morphologische und Biologische Bemerkungen. Flora. 1905.
— Beiträge zur Morphologie und Physiologie des Blattes. Botan. Zeitg. 1880.
— Die Luftwurzeln von Sonneratia. Ber. d. deutsch. botan. Gesellsch. 1886.
— Über Wurzelsprosse bei Anthurium longifolium. Bot. Zeit. 1878.
— Morphol. und biolog. Studien. Utricularia. Annales de Buitenzorg. IX.
— Über Regeneration im Pflanzenreiche. Biol. Centralbl. Bd. XXII. 1902.
— Die Knollen der Dioscoreen und die Wurzelträger der Selaginellen, Organe, welche zwischen Wurzeln und Sprossen stehen. Flora. 1905.
— Pflanzenbiologische Schilderungen. Marburg. 1889.
Goethart J. W. C. Zur Kenntnis des Malvaceen-Androeceums. 1 Taf. 1890.
Göthe J. W. von. Versuch, die Metamorphose der Pflanzen zu erklären. Gotha. 1790.
— Nachträge zur Metamorphosenlehre. 1790.
— Zur Morphologie, Stuttgart u. Tüb. 1817.
— Zur Naturwissenschaft überhaupt, besonders zur Morphologie. Stuttgart u. Tübingen. 1817—24. 2. Bde.
Godron M. D. A. Les bourgeons axillaires et les rameaux des Graminées. Rev. des scienc. natur. 1880.

Goroschankin. Zur Kenntnis der Corpuscula bei d. Gymnospermen Bot. Ztg. 1883.
Gray Asa. Aestivation and its terminology. Journ. of. Bot. 1876.
Groom M. P. Über Vegetationspunkt der Phanerogamen. Ber. d. deutsch. Botan. Ges. 1885. 1 Taf.
Gressner Heinr. Zur Keimungsgeschichte von Cyclamen. Botan. Zeitung. 1874. 1 Taf.
Griffith W. On the ovulum of Santalum, Osyris, Loranthus and Viscum. 1843. 5 pl.
Guillard M. Ach. Des évolutions de l'ovule. Bull. de la Soc. bot. de France. 1 pl. 1859.
Gümbel. Zur Entwickelungsgeschichte von Viscum album. Flora. 1856.
Guérin P. Les connaissances actuelles sur la fécondation chez les Phanérogames. Paris. 1904.
Guignard M. L. Recherches sur le sac embryonaire des Phanérogames angiospermes. Ann. de sc. nat. 1882.
— La double fécondation dans le Najas major. 1901. — Ranunculac. Journ. de Bot. 1901. — Solanac. 1902.
— Études sur les phénoménes morphol. de la fécondation. Bull. Soc. Botan. de France. 1890.
— Sur les anthérozoides et la double copulation sexuelle chez les végétaux angiospermes. Compt. Rend. 1899.
— Recherches d'embryogénie végétale comparée. (Leguminos.) Ann. des sc. nat. 1900.
— L'appareil sexuel et la double fécondation dans les Tulipes. Ann. des sc. nat. 1900.
— Nouvelles études sur la fécondation. Ann. des sc. nat. 1891.
— La fécondation chez les végétaux angiospermes. Paris. 1899.
— Double fécondation chez les Crucifères, Solanacées. 1902.
Gwynne-Vaughan Dr. T. On the possible existence of a fern stem having the form of a lattice-work tube. The New Phytolog. 1905.
— On the Anatomy of Archangiopteris Henryi and other Marattiaceae. Annals of Bot. 1905.
Hackel E. Untersuchungen über die Lodiculae der Gräser. Engl. Jahrb. 1881. 1 Taf.
— Über Kleistogamie bei den Gräsern. Oester. Bot. Zeit. 1906.
— Zwei Bildungsabweichungen am Pistile von Gräsern. Botan. Centralbl. 1881.
Hanstein J. Scheitelzellgruppe im Vegetationspunkt der Phanerogamen. 1 Taf. 1869.
— Die Entwicklung des Keimes der Monokotylen und Dikotylen. Bonn. 1870. 18 Tafel.
— Die Parthenogenesis der Caelebogyne ilicifolia. Bonn. 1877. 3 Taf.
Harris Art. The Dehiscence of Anthers by Apical Pores. Missouri, Botan. Gard. 1905.
Hausen. Vergl. Untersuchungen über Adventivbildungen bei den Pflanzen. Senckenberg. natuf. Gesellsch. 1880.
Harper P. A. Über Sphaerotheca Castagnei in Ber. d. Deutsch. Bot. Gesel. 1895.
Hegelmaier F. Zur Kenntn. d. Polyembryonie von Euphorbia dulcis. Ber. d. deutsch. Bot. Ges. 1903. — Über einen neuen Fall von habitueller Polyembryonie. Dto. 1901.
— Zur Kenntn. d. Polyembryonie von Allium odorum. Bot. Ztg. 1897.
— Zur Entwickelungsgeschichte monocotyler Keime. Bot. Ztg. 1874.
— Zur Morphologie der Gat. Lycopodium. Bot. Ztg. 1872, 1874.
— Zur Kenntnis der Lycopodineen. Bot. Ztg. 1874.
— Vergleichende Untersuchungen über Entwickelung dicotyledoner Keime. 9 Taf. Stuttgart. 1878.
— Die Lemnaceen. Eine monogr. Untersuchung. Leipzig. 1868. 16 Taf.
Henfrey M. On the development of the ovule of Santalum album. Gardners. Chron. 1856.
Henry A. Beiträge zur Kenntniss der Laubknospen. Nova Acta. 1836.
Henslow G. On the Origin of Floral Aestivation. With Notes on the Structure of the Cruciferous Flower on that of Adoxa, and on the Corolla of Primula. Trans. Lin. Soc. 1876.
— On the Origin of the so-called Scorpioid Cyme. Lin. Soc. London. 1879.
— On the origin of the prevailing systems of phyllotaxis. 1 pl. 1875.
— On the Self. Fertilisation of Plants. Trans. Linn. Soc. Ser. II. Vol. I. 1879.
— On the vascular systems of floral organs and their importance in the interpretation of the morphology of flowers. 10 pl. London. 1890.
Heinricher E. Über Adventivknospen an der Wedelspreite einiger Farne. Wien. Sitzb. d. Akad. 1878.
— Über Androdiöcie u. Andromonöcie bei Lilium croceum. Flora. 1908.
— Die Schuppenwurz. Pflanzenpathol. Wandtaf. v. Tubeuf. Stuttgart. 1908.
— Zur Biologie von Nepenthes, speciell der javanischen N. Melamphora. — Annal de Buitenzorg. 1906.
— Über isolateralen Blattbau. Jahrb. f. wiss. Bot. 15. Bd.

Heinricher E. Zur Kenntnis von Drosera. 2 Taf. Innsbruck. 1902.
Hill Arthur W. M. A. A Revision of the Geophilous Spec. of Peperomia, with some additional Notes on their Morphology and Seedling Structure. 1 Pl. Ann. of Bot. 1907. — Ann. of. Bot. 1906. 4 Pl.
Hielscher T. Anatomie und Biologie der Gattung Streptocarpus. Cohn's Beitr. zur Biologie der Pflanzen. Bd. 3. 1883.
Hieronymus G. Selaginellaceae. Engl. Fam. I. 4.
— Einige Bemerkungen über d. Blüthe von Euphorbia u. zur Deutung sogenn. axiler Antheren. Bot. Ztg. 1872.
Hildebrand Friedr. Die Geschlechter-Vertheilung bei d. Pflanzen. Leipzig. 1867.
— Verbreitungsmittel der Pflanzen. Leipzig. 1873. Die Schleuderfrüchte. Pringsh. Jahrb. IX.
— Über die Jugendzustände solcher Pflanzen, welche im Alter vom vegetativen Character ihrer Verwandten abweichen. Flora. 1875.
— Die Lebensdauer und Vegetationsweise der Pflanzen, ihre Ursachen und ihre Entwickelung. Engl. Bot. Jahrb. 1882.
— Ueber einige Fälle von Abweich. in d. Ausbildung d. Geschlechter bei Pflanzen. Bot. Ztg. 1893.
— Über die Stellung der Blattspreiten bei den Arten der Gatt. Haemanthus. Ber. d. Deutsch. Bot. Gesel. Berlin. 1903. Über eine eigenthümliche Ersatzbildung an einem Keimling von Cyclamen. Dto. 1906.
— Über einige Fälle von verbogenen Zweigknospen. Botan. Centralbl. 1883.
— Über die Ausläufer von Trientalis europaea. Flora. 1876.
— Experimente u. Beobachtungen an einigen trimorphen Oxalis-Arten. Bot. Ztg. 1871. Bot. Centralbl. 1899.
— Die Keimung der Samen von Anemone apennina. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1899.
— Über d. Schutzeinrichtungen bei d. Oxalis-Zwiebeln. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1884.
— Über Haemanthus tigrinus, besonders dessen Lebensweise. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1900.
— Über d. Knollen u. Wurzeln der Cyclamen-Arten. Bull. Herb. Boissier. 1897.
— Über einige abweichende Birnbildungen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1885.
— Die Cyclamen-Arten, als ein Beispiel für d. Vorkommen nutzloser Verschiedenheiten im Pflanzenreich. Beih. z. Bot. Centralbl. 1907.
— Über eine zygomorphe Fuchsia-Blüthe. Botan. Centralbl. 1899.
— Über zygomorphe Blüten bei Begonien. Ber. d. Deutsch. Bot. Gesel. Berlin. 1906 bis 1908.
— Zunahme des Schauapparates bei d. Blüthen. Pringsheim. Jahrb. 17.
— Einige weitere biol. Beobachtungen (Mercurialis). Beiheft z. Botan. Centralbl. 1908
Hirasé S. Études sur la fécondation et l'embryogénie du Ginkgo bil. Jour. Coll. Sc. Univ. Tokyo. 1895—1898. 5 Taf.
— On the spermatozoid of Ginkgo biloba. Bot. Mag. Tokyo. 1896.
Hofmeister M. W. Keimung des Botrychium Lunaria. Bonplandia. 1855. 1 Taf.
— Neue Beiträge zur Kenntn. d. Embryobildung d. Phanerogamen. Abh. d. k. sächs. Ges. d. Wis. 1859. — Flora. 1857.
— Vergleichende Untersuchungen d. Keimung, Entfaltung u. Fruchtbildung d. höh. Kryptog. u. Samenbild. d. Coniferen. 1851.
— Neuere Beobachtungen über d. Embryobildung d. Phanerogamen. Pringsh. Jahrb. I. 1858.
— Zur Übersicht d. Geschichte von d. Lehre d. Pflanzenbefruchtung Flora. 1867.
— Beiträge zur Kenntniss der Gefässkryptogamen. Leipzig. 1852—57. 31 Taf.
— Allgemeine Morphologie. Leipzig 1868.
— Zur Entwickelungsgeschichte der Zostera. Botan. Zeitung. 1852.
— Die Enstehung d. Embryo d. Phanerogamen. Leipzig 1849. 14 Taf.
Höck Fernando. Beiträge zur Morphologie, Gruppirung u. geogr. Verbreitung d. Valerianaceen. Engler Jahrb. 1882.
Hooker's Icones plantarum; or figures with brief descriptives characters and remarks of new or rare plants. London 1842—1905.
Hooker J. D. On Welwitschia, a new genus of Gnetaceae. Trs. Lin. Soc. London 1863.
— On the origin and development of the pitchers of Nepenthes. Transact. of the Linn. Soc. XXII.
— Carnivorous plants, address to the department of Zoology and Botany of the British assoc. Belfast 1874.
— On the structure and affinities of Balanophoreae. Trsct. of Linn. Soc. XXII.

Hua Henri. Mocquerysia, nouveau genre a fleurs épiphylles de l'Afrique trop. Journ. de Botan. 1893.

Huisgen F. Untersuch. über d. Entwickelung d. Placenten. Bonn 1873.

Ikeno S. Das Spermatozoid von Cycas revoluta. Bot. Mag. X. Tokyo 1896.
— Untersuchungen über die Entwickelung der Geschlechtsorgane und der Vorgang der Befruchtung bei Cycas revoluta. Jahrb. f. wiss. Bot. 1898.

Irmisch Thilo. Zur Morphologie d. monokotylischen Knollen- und Zwiebelgewächse. Berlin 1850. 10 Taf.
— Beiträge zur Biologie und Morphologie der Orchideen. Leipzig 1853. 6 Taf.
— Beitrag zur Morphologie einiger europ. Geranium-Arten. Botan. Zeitung, 1874.
— Über einige Fumariaceen. Abhandl. d. Nat. Ges. zu Halle. 1862. 9 Taf.
— Morphologische Mittheilung über die Verzweigung einiger Monocotylen. Botan. Zeitung 1855.
— Beiträge zur vergleichenden Morphologie der Pflanzen. Abh. d. Nat. Ges. zu Halle, 1854, 1855, 1863, 1874, 1879.

Janczewski Ed. v. Organisation dorsiventrale dans les racines des Orchidées. Ann. de scienc. nat. VII. Ser. 2. S. I. II.
— *et J. v. Rostafinski.* Note sur le prothalle de l'Hymenophyllum tunbridgense. Mem. d. l. soc. d. sc. nat. de Cherbourg, 1875.

Jäger L. Beiträge zur Kenntnis d. Endospermbildung und zur Embryologie von Taxus bac. Flora 1899.

Jäger Georg. Ueber d. Missbildungen der Gewächse. Stuttgart 1814.

Jeffrey E. The gametophyte of Botrychium virginianum. London 1898. 4 pl.

Johow Fr. Über Ornithophilie in der chilenischen Flora. 1898.

Jessen K. F. W. Über die Lebensdauer der Gewächse. Nova Acta Ac. Leop. XXV. 1855.

Jost L. Die Theorie der Verschiebungen seitlicher Organe durch ihren seitlichen Druck. Botan. Zeitung 1899.

Jörgensen A. Bitrag til rodens naturhistorie. — Botan. tidskr. Kopenhagen. 1878.

Juel H. O. Vergleichende Untersuchungen über typische parthenogenet. Fortpflanzung bei d. Gatt. Antennaria. Handl. Svensk. Vetensk. Akad. 1900.
— Om Pollinationsapparaten hos Fam. Compositae. Sv. Botan. Tidskrift. 1908. Stockholm.

Juranyi M. L. Beiträge zur Kenntnis der Pollenentwicklung der Cycadeen u. Coniferen. Botan. Zeitung 1882.
— Pollen d. Gymnospermen. Beobachtungen über Kerntheilung. 3 Taf. Budapest 1884
— Bau und Entwickel. des Pollens bei Ceratozamia. Jahrb. f. wis. Bot. 1872.

Kamienski Fr. Les organes végétativs du Monotropa Hypopitys L. — Mémoir. de la Soc. nat. des scienc. nat. de Cherbourg. 1882.
— Lentibulariaceae. Engl. Fm. IV. 36.

Kauffmann N. Über die Bildung des Wickels bei den Asperifolieen. 1 Taf. 1871. Mém. soc. nat. Moscou.
— Über d. männl. Blüthe v. Casuarina quadrivalvis. Soc. imp. nat. bull. Moscou. 1868.

Karsten H. Die Vegetationsorgane der Palmen. Berliner Akadem. d. Wis. 1847.
— Das Geschlechtsleben d. Pflanzen u. d. Parthenogenesis. Berlin 1860. 2 Taf.
— Über die Anlage seitlicher Organe bei den Pflanzen. Leipzig 1886. 3 Taf.
— Untersuchungen über die Gatt. Gnetum. Ann. de Buitenzorg. 1893. — Botan. Zeitung 1892.
— Über die Mangrovevegetation im Malayischen Archipel. Biblioth. Botan. Heft 22. 1891.
— Über d. Entwickel. d. weibl. Blüten bei einigen Juglandaceen. Flora 1902.
— Morpholog. und biolog. Untersuchungen über einige Epiphytenform. der Molukken. Annal. de Buitenzorg. XII.

Keissler K. Über einen androgynen Fichtenzapfen. Oesterr. Botan. Zeitung 1890.

Kerner Ant. v. Marilaun. Pflanzenleben. 2 Bände. 1887, 1891.
— Die Bedeutung der Dichogamie. Oesterr. Botan. Zeitung 1890.
— Die Bildung von Ablegern bei einigen Arten der G. Sempervivum und bei Sedum dasyphyllum. Daselbst.
— Die Nebenblätter der Lonicera Etrusca. Oesterr. Botan. Zeitung 1893. 1 Taf.
— Eine paläoklimatologische Studie. Sitzungsber. d. Wiener Akad. 1895.

Kihlmann O. Zur Entwickelungsgeschichte der Ascomyceten. Acta Soc. Sc. Fennicae. 1883. 2 tab.

Kjellmann F. R. Sphacelariaceae. Engl. Fam. I, 2.

Kienitz-Gerloff M. F. Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der Laubmoos-Kapsel und die Embryo-Entwicklung einiger Polypodiaceen. Botan. Zeitung 1878. 3 Taf.
— Über die Entwicklungsgeschichte der Laubmoosfrucht. Bot. Ztg. 1876.
— Über den genetischen Zusammenhang der Moose mit den Gefässkryptogamen und Phanerogamen. Botan. Zeitung 1876.
Kirchner O. Parthenogenesis bei Blütenpflanzen. Ber. d. deutsch. Bot. Ges. 1904.
Kirschleger M. Sur la valeur morphologique de l'écaille dans le cone des conifères et sur les feuilles aciculées de l'asperge. Bull. de la Soc. bot. de France. 1866.
Kjellmann F. K. Aus dem Leben d. Polarpflanzen. Nordenskjöld's Polarreisen. Leipzig 1885.
Klein Jul. u. *Szabo Fr.* Zur Kenntnis der Wurzeln von Aesculus Hippocastanum. Flora. 1880. 1 Taf.
Klein J. Über Bildungsabweichungen an Blättern. Pringsheim. Jahrb. XXIV.
Klebs Georg. Beiträge zur Morphologie und Biologie der Keimung. Arbeiten d. botan. Institut in Tübingen. 1885.
— Ueber d. Verhält. d. männl. u. weibl. Geschlechtes in der Natur. Jena 1895.
Kny L. Beiträge zur Entwickelungsgeschichte d. Farnkräuter. Jahrb. f. wiss. Bot. 1868.
— Keimung u. Embryoentwickelung von Ceratopteris thalictroides. 1874.
— Die Entwickelung der Parkeriaceen, dargestellt an Ceratopteris thalictr. Nova Acta Leop. Bd. 37, Nr. 4.
— Über Axillarknospen bei Florideen. Gesell. nat. Fr. Berlin 1873. 2 Taf.
Knuth Paul. Handbuch d. Blütenbiologie. Leipzig 1898—1905. 5 Bde.
Koorders S. H. Ueber die Blütenknospen-Hydathoden einiger tropischer Pflanzen. Annal. du jardin de Buitenzorg. 1897.
— Notizen mit Abbildungen einiger interessanter caulifloren Pflanzen. Büll. d. jard. bot. de Buitenzorg. 1892.
Koch Ludw. Untersuchungen über die Entwicklung d. Cuscuteen. Bonn 1874. 4 Taf.
— Die Klee- und Flachsseide (Cuscuta). Heidelberg 1880. 8 Taf.
— Die Entwickelungsgeschichte der Orobanchen. Heidelberg 1887. 12 Taf.
Korschinski S. J. O kleistogamii vidov Campanula. Izvěst. imper. Akadem. nauk. 1898. S. Peterburg. 1 tab.
— Heterogenesis u. Evolution Naturw. Wochenschr. 1899.
— Heterogenesis u. Evolution. Flora 1901.
Körnicke F. Über autogenetische und heterogenetische Befruchtung der Pflanzen. Verh. Verein. prov. Rheinl. und Westph. 1890.
Körthals P. W. Verhandelingen over de naturlijke Geschiedenis der Nederlandsche overzeesche Bezittingen, door Leben der Naturkundige Commissie in Indie en andere Schrijvers. Leiden 1839—42. 70 tab.
Köck G. Über Cotyledonarknospen dicotyler Pflanzen. Oesterr. Botan. Zeitung 1903.
Korschelt P. Über das Scheitelwachstum der Phanerogamen. 1883. 1 Taf.
Köhne E. Über Blütenentwickelung bei den Compositen. Berlin 1869.
Krašan Fr. Erläuterungen zum Verständniss der Spirre (anthela). Flora 1864.
— Über die Ursachen der Haarbildung im Pflanzenreiche. Oesterr. Bot. Ztg. 1887.
Kronfeld M. Über den Blütenstand der Rohrkolben. Sitzungsberichte der Akad. Wien 1886. 1 Taf.
Kraus J. Über d. Aufbau wickeliger Verzweigungen, besonders d. Infloresc. Botan. Zeitung 1871.
Kubart Br. Die weibl. Blüte von Juniperus com. Sitzgsb. k. Akadem. Wien 1905.
Kühn Jul. Zur Entwickelungsgeschichte der Andreaeaceen. Inaug. Dissert. Leipzig 1870.
Kupffer K. R. Apogameten, neueinzuführende Einheiten des Pflanzensystems. Oesterr. Botan. Zeitung 1907.
Kurtz. Darlingtonia californica. Verhandl. d. botan. Vereins d. Prov. Brandenb. 1878.
Küster E. Beobachtungen über Regenerationserscheinungen an Pflanzen. Beihefte zum Bot. Centralbl. 1903.
Kützing Fr. Tr. Phycologia generalis. Leipzig 1843.
Lachmann M. Contributions à l'histoire naturelle de la racine des Fougères. Lyon. 1889.
— Recherches sur la morphologie et l'anatomie des Fougères. Compt. rend. d. séanc. de l'Acad. Paris, 1885.
— Sur les racines gemmipares de l'Anisogonium. Bull. d. la Soc. bot. Lyon. 1886.
— Sur l'origine des racines chez les Fougères. Compt. rend. 1884.
Lagrèze-Fossat M. A. Observations sur l'Allium magicum. (Adventivknospen.) Bull. de la Soc. bot. de France. 1856.

Lamarck J. B. Philosophie zoologique. Paris. 1873.
Lampa Emma. Untersuchungen über einige Blattformen der Liliaceen. Oesterr. bot. Zeitschr. Wien. 1900.
Land J. Double Fertilisation in Compositae. Bot. Gaz. 30.
Lang W. H. Preliminary statement on the development of sporangia upon Fern prothalli. Proced. of the Royal. Soc. 1896.
— On the Prothallii of Ophioglossum pendulum and Helminthostachys zeylanica. Annals of Bot. 1902.
Leclerc M. Fr. Théorie de l'anaphytose ou de la segmentation dans les végétaux. Bull. de la Soc. bot. de France, 1873.
— Goethe et le livre de la métamorphose des plantes. Mém. de la Soc. du Doubs. 1870.
Lecomte M. H. Sur une nouvelle Balanophorée du Congo français. Journ. Botan. 1896. 1 tab.
Lemaire Ad. Sur l'origine et le dévelopement des racines latérales chez les Dicotylédones. 6 pl. Paris. 1886.
Leitgeb Hubert. Untersuchungen über die Lebermoose. VI Bde. Graz. 1874—1881.
— Zur Embryologie der Farne. Sitzber. Akad. Wien. 1878. 1 Taf.
— Studien über Entwickel. der Farne. Ibidem. 1879.
Limpricht K. G. Die Laubmoose Deutschlands, Oesterr. und der Schweiz. Leipzig. 1890 bis 1903. Rabenhorst, Kryptogam. Flora.
Lindinger L. Zur Anatomie u. Biologie d. Monokotylenwurzel. Beih. z. Bot. Centralbl. 1905.
— Die Nebenblätter von Tamus. Mittheil. der Bayer. botan. Gesel. München. 1904.
Link J. Stellung der Cycadeen im natürl. System. Berlin. 1873.
Lindman C. A. Zur Morphologie und Biologie einiger Blätter und belaubter Sprosse. Svensk. vet. Akad. Handlingar. Bd. 25. Stockholm. 1899.
Lister G. On the Origin of the Placentas in the Tribe Alsineae. Lin. Soc. 1883.
Lopriore G. Gli staminodi delle Amaranthaceae del punto di vista morfol., biol., e system. Ascherson-Festschr. 1904.
Lotsy J. P. Contributions to the Life-history of the Genus Gnetum. Ann. de Buitenzorg. 1899.
— Vorlesungen über Deszendenztheorien. 2 Bde. Jena. 1906, 1908.
Lubbock J. Buds and Stipules. London. 1899. 4 pl.
— On British wild flowers considered in relation to insects. 1875.
— A contribution to our knowledge of seedlings. 2 vols. London. 1892.
Luerssen Chr. Zur Keimungsgeschichte der Osmundaceen. Mittheil. Gesamtgeb. d. Botan. 1874.
— Über die Entwickelungsgeschichte des Marattiaceen-Vorkeims. Leipzig. 1875.
— Handbuch der systematischen Botanik. Leipzig. 1879, 1882. 2 Bde.
Lüders Herm. Systematische Untersuchungen über d. Caryophyllaceen mit einfachem Diagramm. Engl. Bot. Jahrb. 1907.
Ljungström A. Blattanatomie der Ericaceen. Lund. 1883.
Lyon H. H. Embryogeny of Nelumbo. Minnesota Bot. stud. 1901. — The phylogeny of the Cotylédon. Postelsia. 1901. — The embryo of the Angiosperms. Amer. Natural. 1905.
Magnus P. Über d. Vorkommen accessorischer Knospen. Sitzber. d. Ges. nat. Fr. Berlin. 1871.
— Zur Morphologie der Sphacelarieen. Festschr. d. Gesellsch. nat. Fr. zu Berlin. 1873.
— Beiträge zur Kenntnis der Gattung Naias L. S. 64. 8 Taf. Berlin. 1870.
— Zur Morphologie der Gatt. Naias. Bot. Ztg. 1869.
Maly G. W. Untersuchungen über Verwachsungen und Spaltungen von Blumenblattern. 1896. 2 Taf.
Maout Em., Decaisne J. Traite général de Botanique descriptive et analytique. Paris. 1868.
Martinet. Organes de sécrétion des végétaux. Ann. d. sc. nat. 5. sér. t. 14. 1871.
Marloth. Die mechanischen Schutzmittel d. Samen gegen schädliche Einflüsse von Aussen. Engl. Jahrb. IV.
Martins Charles. Mémoire sur les racines aérifères ou vessies natatoires des espèces aquatiques du genre Jussiaea. Mem. de l'Acad. des Sc de Montpellier 1866. 6 tab
— Des circonstances, qui peuvent déterminer la floraison de l'Agave americana. Bull. de la Soc. bot. de France. 1861.
Martius Car Fr Ph De Flora Brasiliensis Enumer plantar in Brasilia hactenus detect 40 vol. Fol.

Masters Max T. Pflanzen-Teratologie. Deutsche Ausgabe von Dammer. Leipzig. 1886. 580 S.
— On some Points in the Morphology of the Primulaceae. Trans. Lin. Soc. 1877. 3 Pl.
— Anatomy and Compar. Morphology of the Coniferae. Linn. Soc. London. 1890.
— On the comparative morphology of Sciadopitys. Journ. of bot. 1884.
— Dimorph. leaves on Conifers. Nature. 1887.
— Remarks on the superposed arrangement of the flower. 1876.
Massart Jean. Sur la morphologie du bourgeon. Annal. de Buitenzorg. 1895.
— Le récapitulation et l'innovation en embryologie végétale. Bull. d. la soc. royale de botan. de Belg. 1894.
Mer M. E. Des causes qui modifient la structure de certaines plantes aquatiques végétant dans l'eau. Bull. de la Soc. bot. de France. 1880.
Merrel W. D. A contribution to the life history of Silphium. Botan. Gaz. 1900.
Mettenius G. Über Seitenknospen bei Farnen. Abhandl. Kön. Sächs. Ges. d. Wis. Leipzig. 1860.
— Filices horti Lipsiensis. Leipz. 1858.
Meyer E. Die Metamorphose der Pflanze und ihre Widersacher. Linnaea. 1832.
Migula W. Die Characeen Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz. Rabenhorsts Kryptogamenflora. Leipzig. 1897.
Mjevski P. Strojenie mahrových cvětov. Izvst. imp. obšč. Moskva. 1886. 12 tab.
Miyoski M. Über Reizbewegungen d. Pollenschläuche. Flora. 1894.
Mikosch C. Anatomie und Morphologie der Knospendecken. Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. Bd. 74. 1876. 3 Taf.
Miyake K. Dr. Contribution to the fertilization and embryogeny of Abies balsamea. 3 Taf. Beih. z. Bot. Cent. 1903.
Mohl Hugo v. Über d. Bau u. die Formen der Pollenkörner. Bern. 1834. 6 Taf.
— Einige Beobachtungen über dimorphe Blüten. Bot. Ztg. 1863.
— Über die männlichen Blüthen der Coniferen. Vermisch. Schr. 1845.
— Über den Bau und das Winden der Ranken- und Schlingpflanzen. 1827.
— Morphologische Betrachtung d. Blätter von Sciadopitys. Bot. Ztg. 1871.
Moeller H. Beiträge zur Kenntnis der Verzwergung (Nanismus). Thiel's Landwirtsch. Jahrb. 1883.
Molisch Hans. Über Ultramikroorganismen. Botan. Ztg. 1908.
Monnier G. Le. Sur la valeur morphol. de l'albumen chez les Angiospermes. Journ. de Bot. 1887.
Moquin Tandon. A. Eléments de teratologie végétale. Paris, 1841. (Deutsche Übersetz. von Schauer. 1842.).
Mottier D. M. Über d. Verhalten d. Kerne bei d. Entwickel. d. Embryosackes und d. Vorgänge bei d. Befruchtung. Jahrb. f. wis. Bot. 1898.
— On the Archegon. and. apical Growth of the stem in Tsuga can. and Pinus silv. Bot. Mag. 1892.
— The embryology of some anomalous Dicotyledons. Annal. of Botan. 1905.
Murbeck Sv. Parthenogenetische Embryobildung in d. Gattung Alchemilla. 6 Taf. Univers. Arsskrift. Lund. 1901.
— Parthenogenese bei d. Gattungen Taraxacum und Hieracium. Bot. Notiser. 1904.
— Über Anomalien im Baue d. Nucellus u. d. Embryosackes bei parth. Art. d. G. Alchemilla. 1 Taf. Lund. 1902. Univ. Arsskrift.
— Über d. Verhalten d. Pollenschlauches bei Alchemilla arvensis und d. Wesen d. Chalazogamie. Lunds Univ. Arsskrift. 1901. 2 Taf.
— Bidrag till Pterantheernas morfologi. Lund, 1906. 1 Taf.
Müller C. Musci (Laubmoose). Engler, Prantl, Pflanzenfamil. 1900.
Müller Herm. Die Befruchtung der Blumen durch Insekten. Leipzig. 1873.
— Alpenblumen. Ihre Befruchtung durch Insekten und ihre Anpassungen an dieselben. Leipzig 1881.
Müller M. Plurality of cotyledons in the genus Persoonia. New Zeal. Journ. of Sc. 1882.
Müller E. G. O. Untersuchungen über die Ranken der Cucurbitaceen. Cohn's Beitr. z. Biol. der Pflanzen, Breslau 1887. 3 Taf. — Engler, Pfl. Fam. IV 5.
Müller J. Die Keimung einiger Bromeliaceen. Ber. d. deut. botan. Ges. 1894.
Murill W. A. The Develop. of the Archegon. and Fertiliz. in the Hemlock Spruce. Ann. Bot. 1900.
M'Nab. On the development of the Flowers of Welwitschia. Trans. Lin. Soc. 1875.
Nägeli Carl. v. Das Wachsthum d. Stammes u. d. Wurzel bei d. Gefässpflanzen u. d. Anordnung d. Gefässstränge im Stengel. Leipzig 1858. 19 Taf.

Nägeli Carl v. Mechanisch-physiologische Theorie d. Abstammungslehre. München-Leipzig 1884.
— Polysiphonia und Herposiphonia (Schleiden u. Nägeli, Zeitschr. f. w. Botan. 1846).
Nathorst A. G. Studien über die Flora Spitzbergens. Engl. Jahrb. 4.
— Paläobotanische Mitteilungen. 7. K. Svenska Veteskapsakadem. Handling. Stockholm 1908. 3 Taf.
Nawaschin S. Neue Ergebnisse uber d. Embryologie der Hasel. Bot. Centralbl. 1895.
— Über d. Befruchtung bei Juglans. Traveaux de la Soc. imp. des nat. de St. Pétersb. 28.
— Zur Embryobildung d. Birke. Bull. de l'Acad. imp. de St. Pétersb. 1892.
— Resultat einer Revision d. Befruchtungsvorgänge bei Lilium Mart. und Fritillaria ten. Bull. de l'Acad. imp. de St. Pétersb. 1898.
— Ein neues Beispiel von Chalazogamie (Juglans regia). Bot. Centralbl. 1895.
— Über d. Verhalten d. Pollenschlauches bei d. Ulme. Bull. de l'Acad. imp. de St. Pétersbourg 1898.
— Über d. gemeine Birke und d. morpholog. Deutung d. Chalazogamie. Mém. de l'Acad. imp. de St. Pétersbourg 1894.
— Befruchtungsvorgänge bei einigen Dicotyledonen. Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1900.
— Zur Entwickelungsgeschichte d. Chalazogamen. Corylus Avellana. Bull. de l'Acad. imp. d. St. Pétersb. 1899.
Němec B. Nynější stav mechanické theorie o postavení listů. Věstník Čes. Akad. 1902.
Neumayer M. Die klimatischen Verhältnisse der Vorzeit. Wien 1889.
Niedenzu F. Anatomischer Bau der Laubblätter der Arbutoideae u. Vaccinioideae in Bezieh. zu ihrer system. Gruppier. Botan. Jahrbücher XI.
Noll Fr. Über das Leuchten der Schistostega osmundacea. Arbeit. des bot. Instit. Würzburg. III. Bd.
Nordstedt M. O. et Wahlstedt L. J. Über die Keimung der Characeen. Flora, 1875.
Novák Th. Über den Blütenbau der Adoxa Moschatellina L. 2 Taf. Oesterr. Botan. Zeitschrift 1904.
Oliver F. W. On Sarcodes sanguinea Torr. Annals of bot. 1890. 5 Plates.
— The ovules of the older Gymnosperms. 1903.
Oltmanns Fr. Morphologie und Biologie der Algen. Jena 1904.
Ørsted A. S. Den tilbageskridende Metamorfose som normal Udviklingsgang, naermest med Hensyn fil Tydningen af Gymnospermes Blomster. Videvsk Med. Kjöbenhavn 1868, 1869.
Ostenfeld C. Zur Kenntnis der Apogamie in der Gatt. Hieracium. Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. Berlin, 1904.
Ostenfeld og Raunkiaer. Kastveringsforsög med Hieracium og andre Cichoriaceae. Bot. Tidskr. Köbenhavn. 1903.
Oudemans J. A. De Bekerplanten. 62 S.
Overton E. Beiträge zur Kenntnis d. Entwick. und Vereinigung d. Geschlechtsproducte bei Lilium Martag. Zürich 1891.
— Parthenogenesis in Thalictrum purpurascens. Bot. Gaz. 1902. — Ber. d. deutsch. Bot. Ges. 1904.
Pausch A. Klima und Pflanzenleben Ostgrönlands.
Parlatore Th. Note sur une monstruosité des cônes de l'Abies Brunon. Ann. d. sc. nat. 1860.
— Studi organograf sui Fiori et sui Fruthi delle Conifere. Opusc. botan. 1864.
Pauly Aug. Darwinismus und Lamarckismus. München. 1905.
Pax Ferd. Allgemeine Morphologie d. Pflanzen. Stuttgart. 1890.
— Beitr. zur Kenntniss der Capparidaceae. Engl. Jahrb. 19.
Penzig O. Pflanzenteratologie systematisch geordnet. 2 Bde. Genua 1890. 1894.
— Studi botanici sugli agrumi e sulle piante affini. Con Atlante. Roma 1887.
Pearson H. H. W. Some observations on Welwitschia mirabilis. Philosophical Transact. of the Royal Soc. London. 1907.
Peter Herm. Untersuchungen über den Bau und die Entwickelungsgeschichte der Brutknospen. Halmen 1863.
Petersen O. G. Engler, Pflanzenfam. III. 7. Halorrhagidaceae. 1893.
Petit L. Le pétiole des Dicotylédones. Mém. de la Soc. phys. nat. Bordeaux 1887. 1889.
Peyritsch J. Untersuchungen uber d. Aetiologie pelorischer Blüthenbildungen. Wien 1877. Abh. Wien. Kais. Akad. 8 Taf.
— Über Pelorie bei Labiaten. Sitzber. Wiener kais. Akad. 1869. 6 Taf. — 1870. 8 Taf.
— Über Pelorienbildungen. Sitzber. Wiener kais. Akad. 1872. 6 Taf.
— Zur Teratologie der Ovula. Wien 1876. 3 Taf.

Pfeffer W. Druck- und Arbeitsleistungen durch wachsende Pflanzen. Abhandl. d. kön. sächs. Akad. 1893.
— Entwickelung des Keimes der Gatt. Selaginella. Hanstein, Botan. Abh. 1. Bd.
Pfitzer E. Monografie der Orchidaceae. Engler. Pflzfm. II., 6. 1889.
— Ueber Früchte, Keimung u. Jugendzustände einiger Palmen. Ber. d. deut. bot. Gesellschaft, 1885.
Plauchon J. E. Quelques mots sur les inflorescences épiphylles. Mém. de l'Acad. de Stanisl. Nancy. 1853.
Plauchon et Triana. Mémoire sur la famille des Guttiferès. Annal. d. sc. nat. Ser. 4. T. 16. 1862.
Porsch Otto. Versuch einer phylogenetischen Erklärung des Embryosackes u. d. doppelten Befruchtung der Angiospermen. Jena 1907.
Potonié H. Ueber die Blütenformen von Salvia prat. u. d. Bedeut. d. weibl. Stöcke. 1880.
— Die Pericaulom-Theorie. Ber. d. Deutsch. Botan. Gesell. 1902.
— Zur Physiologie und Morphologie der fossilen Farn-Aphlebien. Ber. d. Deutsch. Botan. Gesell. Berlin 1903.
— Die Entstehung der Steinkohle. Naturw. Wochenschr. IV. Bd. Nr. 1.
— Ein Blick in die Geschichte der botanischen Morphologie und die Pericaulom-Theorie. Jena 1903.
Prantl K. Untersuchungen zur Morphologie der Gefässkryptogamen. 1875. 1881.
— Studien über das Wachsthum der Laubblätter. Ber. d. deut. bot. Gesell. 1883.
— Untersuchungen über die Regeneration des Vegetationspunktes an Angiospermenwurzeln. Würzburg 1873.
Presl Car. Bor. Tentamen Pteridographiae seu genera filicacearum praesertim juxta venarum decursum et dispositionem exposita. Pragae 1836.
Pringsheim N. Über die nacktfüssigen Vorkeime der Charen. Pringsh. Jahrb. Bd. 3. 1864.
— Über den Gang der morphologischen Differenzierung in der Sphacelarieen-Reihe. Abh. kön. Akad. Wiss. Berlin 1873.
Pritzel E. Lycopodiaceae. Engl. Fam. I. 4.
Prillieux M. Ed. Étude sur la nature, l'organisation et la structure des bulbes des Ophrydées. 1866. Ann. des Sc. nat.
— Recherches sur la végétation et la structure de l'Althenia filiformis. Ibidem 1864.
— Observations sur le mode de végétation du Neottia Nidus avis. Bull. de la Soc. bot. de France. 1857.
— Consideration sur la nature des vrilles de la Vigne. Bull. de la Soc. bot. de France. 1856.
Prillieux et *Rivière.* Observations sur la germination d'une Orchidée (Angraecum). Annal. d. scienc. natur. IV. Ser., vol. 5. 1856.
Purkyně J. De cellulis antherarum fibrosis nec non de granorum pollinarum formis. 18 tab. 4°. Vratisl. 1830.
Rueva C. Recherches sur l'anatome de l'appareil végétativ des Taccacées et des Dioscorées. Lille 1894.
Radlkofer L. Die Befruchtung d. Phanerogamen. Leipz. 1856.
— Monographia Sapindac. in Mart. Fl. Bras.
— Über d. Verhältnis d. Parthenogenesis zu d. anderen Fortpflanzungsarten. 1858.
Raunkiaer C. De Danske blomster planters naturhistorie. I. Bd. Endkimbladede. S. 724. Kjöbenhavn 1895—1899.
— Kimdonnelse uden Befrugding hos Maelkebotte (Taraxacum). Botan. Tidskr. Köbenhavn 1903.
— Planterigets livsformer og deres betydning for geografien. 77 Fig. Kjöbenhavn 1907.
Raciborski M. Die Schutzvorrichtungen der Blütenknospen. Flora 1895.
Rechinger K. Vergleichende Untersuchungen über die Trichome der Gesneraceen. Oesterr. Bot. Zeit. 1899.
Regel Ed. Die Parthenogenesis im Pflanzenreiche. Mem. Acad. imp. Pétersburg. 1859. 2 Taf.
— Vermehrung der Begoniaceen aus ihren Blättern. Jenaische Zeitschrift für Naturwissensch. 1876.
Reiche Karl. Über nachträgliche Verbindungen frei angelegter Pflanzenorgane. Flora 1891.
Reinke Johannes. Untersuchungen über Wachsthumsgeschichte und Morphologie der Phanerogamen-Wurzel. Bonn 1871. 2 Taf.
— Morphologische Abhandlungen. 7 Taf. Leipzig 1873.
— Zur Geschichte unserer Kenntnisse vom Bau der Wurzelspitze. Bot. Ztg. 1872.
— Untersuchungen über die Assimilationsorgane der Leguminosen. Jahrb. f. wis. Bot. Bd. 30. 1897.
— Philosophie der Botanik. Leipzig 1905.

Richard L. Cl. Commentatio bot. de Coniferis et Cycadeis. 1826.
Rimbach A. Die kontraktilen Wurzeln und ihre Thätigkeit. — Beitr. zur. wiss. Botan. — Fünfstück, 2. Bd.
Ridley H. Notes on self-fertilisation and cleistogamy in Orchids. 1 pl. 1888.
Rolfe R. On the sexual forms of Catasetum. 1 pl. 1890.
Roze M. E. Contribution a l'étude de la fécondation chez les Azolla. Bull. de la Soc. Bot. de France, 1883. 1 tab.
— De la fécondation chez Cryptogames supérieures, et en particulier chez les Sphaignes. Bull. de la Soc. bot. de France, 1872. 1 tab.
— Nouvelles recherches sur les anthérozoides des cryptogames. Bull. de la Soc. de France. 1864—65, 2 pl.
Ross Hermann. Anatomia comparata delle foglie delle Iridee. Malpighia. Genova 1892. 4 tab.
Rosendahl C. Otto. Embryosac development and embryology of Symplocarpus foetidus. Minnesota Botan. Studies, 1909.
Rosenvinge M. K. Études morphologiques sur les Polysiphonia. Botan. Tidsskr. of den bot. Foren. i Kjöbenhavn. 1886.
Rosanoff S. Zur Kenntn. d. Baues u. d. Entwickelungsgeschichte d. Pollens d. Mimoseae. Pringsh. Jahrb. IV.
Rostovcev S. J. Biologo-morfoločeski očerk rjasok (Lemnaceae). Moskva 1905. 6 tab.
— Materialy k izučeniu grupy Ophioglosseae. Moskva 1892. 4 tab.
— Recherches sur l'Ophioglossum vulgatum. 1891.
Ruge G. Beiträge zur Kenntnis der Vegetationsorgane der Lebermoose. Flora, 1893.
Russel W. Recherches sur les bourgeons multiples. Revue scient. 1892.
Sachs Jul. Lehrbuch der Botanik. Neu bearbeitet von Goebel. Leipzig 1882.
Sadebeck R. Pteridophyta. Engl. Fam. I. 4.
— Equisetaceae. Engl. Fam. I. 4.
— Isoëtaceae. Engl. Fam. I. 4.
Saint Hilaire A. de. Leçons de botanique comprenant principalement la morphologie végétale. 24 pl. Paris 1840.
Sargant Ethel. Recent Work on the Results of Fertilisation in Angiospermes. Ann. of Botany. 14.
— A theory of the origin of Monocotyledones, founded on the structure of their seedlings. Annal. of Botan. 1903.
Schaffner J. H. Some morphological peculiarities of the Nymphaeaceae and Helobiae. Ohio Nat. 1904.
Schacht Herrm. Beitrag zur Entwickelungsgeschichte d. Farnkräuter. 1 Taf. Linnaea 22.
— Entwicklungsgeschichte des Pflanzen-Embryon. 26 Taf. Amst. 1850.
— Über den Bau einiger Polenkörner. Jahrb. f. wissensch. Bot. II., 109, 4 Taf.
— Über d. Ursprung d. Pflanzenembryo. Flora, 1855.
— Vorgang d. Befruchtung bei Gladiolus segetum. Monatsber. d. kön. Ak. d. Wis. Berlin 1856.
— Entwickelung des Keims von Tropaeolum majus. Bot. Zeitg. 1855.
Schenck H. Über die Luftwurzeln von Avicennia tomentosa u. Laguncularia racemosa. Flora. 1889.
— Beiträge zur Biologie und Anatomie der Lianen. Botan. Mittheil. aus den Tropen. Schimper. Hft. IV. V.
— Über Parthenogenesis im Pflanzenreiche. Würzburg, 1860.
Schimper W. Ph., Schenk A. Handbuch der Palaeontologie (A Zittel). II. Palaeophytologie. München, Leipzig 1890.
Schimper W. Ph. Bryologia europaea (autor. Bruch, Schimper, Gümbel). Stuttgartiae 1836—1851.
Schimper K. F. Beschreibung des Symphytum Zeyheri. Heidelbg. 1835.
Schimper A. F. W. Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. Jena 1898.
— Die Vegetationsorgane von Prosopanche Burmeisteri. Abhandl. der Naturforsch. Gesellschaft zu Halle. Bd. 15. 1880. Mit 2 Taf.
— Die indo-malayische Strandflora. 7 Taf. Jena 1891.
— Notizen über insektenfressende Pflanzen. Botan. Zeitung, 1882.
Schindler A. K. Das Pflanzenreich (Engler). Hallorrhagaceae. 1905.
Schilberszky C. Beitrag zur Teratologie der Gageablüthen. 1 Taf. Oesterr. Bot Zeit. 1886.
Schiller Jos. Untersuchungen über Stipularbildungen Sitzungsberichte d k. Akademie. Wien 1903
Schiffner V. Hepaticae (Lebermoose). Engler. Prantl. Pflanzenfam 1893. 1895.

Schlickum A. Morphologischer und anatomischer Vergleich der Kotyledonen und ersten Laubblätter der Keimpflanzen. — Biblioth. Botan. Hft. 35. Stuttgart 1896. 6 Taf.

Schleiden M. J. Über d. Bildung d. Eichens und Entstehung d. Embryos. Nov. Act. Leop. 1839.

— Grundzüge d. wissenschaftl. Botanik, nebst einer methodologischen Einleit. zum Studium d. Pflanze. Leipzig 1842—43. 2 Bde.

Schmid Ed. Beiträge zur Entwickelungsgeschichte d. Scrophulariaceae. Beiheft z. Bot. Centralbl. 1906. Zahlr. Abbild.

Schmied B. Beiträge zur Embryo-Entwickelung einiger Dicotyl. Bot. Ztg. 1902.

Schostakowitsch. Über Reproduktions- und Regenerationserscheinungen bei den Lebermoosen. Flora 1894.

Schröter C. Beitrag zur Kenntnis d. Malvaceen-Androeceums. Jahrb. d. königl. botan. Gartens u. d. botan. Museums zu Berlin. Bd. II. 1883.

Schweiger J. Beiträge zur Kenntn. d. Samenentwick. d. Euphorbiaceen. Flora 1905.

Schwendener S. Die jüngsten Entwickelungsstadien seitlicher Organe und ihr Anschluss an bereits vorhandene. Sitzberichte k. P. Akad. Wiss. B. 1895.

— Über Spiralstellungen bei Florideen. Monatsber. d. Berl. Akad. 1880.

— Mechanische Theorie der Blattstellungen. Leipzig 1878.

— Über die Verschiebung seitlicher Organe durch ihren gegenseitigen Druck und über die Stellungsänderung seitlicher Organe in Folge der allmählichen Abnahme ihrer Querschnittsgrösse. Basel 1875.

Schultes J. A. Grundriss einer Geschichte u. Literatur d. Botanik von Theophrastos Eres. bis auf d. neuest. Zeiten. Wien 1817.

Schultz-Schultzenstein K. H. Die Anaphytose oder Verjüngung der Pflanzen. Ein Schlüssel zur Erklärung d. Wachsens, Blühens u. Fruchttragens der Pflanzen. Berlin 1843.

— Die Bedeutung d. Verzweigung im Pflanzenreich. Flora 1861.

— Neues System d. Morphologie d. Pflanzen nach den organ. Bildungsgesetzen. Berlin 1847.

Schumann Karl. Neue Untersuchungen über d. Blüthenanschluss. 10 Taf. Leipzig 1890.

— Beiträge zur vergl. Blütenmorphologie. Pringsh. Jahrb. f. w. Bot. 1887.

— Cactaceae in Flora Brasiliensis, fasc. 108. — Engler Pflanzenfam. 1894. Cactaceae.

— Morphologische Studien II. 1899. VI. Die Verschiebungen der Organe an wachsenden Sprossen.

— Blüthenmorphologische Studien. Pringsh. Jahrb. 22. 1889.

— Aestivation d. Blüthen u. ihre mechanischen Ursachen. Ber. d. deutsch. botan. Gesellschaft 1886.

Scott R. On the floating roots of Sesbania aculeata. Annal. of botany I.

— On two new instances of spinous roots. — Annals of botany, Vol. XI.

Seet H. Beiträge zur mechanischen Theorie der Blattstellungen bei Zellenpflanzen. Beih. z. Botan. Centralbl. 1901.

Shaw W. R. Parthenogenesis in Marsilia. Botan. Gaz. 1897.

Shibata K. Experimentelle Untersuchungen über d. Entwickelung d. Endosperms bei Monotropa. Biol. Centralbl. 1902. — Flora 1902.

Sirodot M. Observations sur le développement des Alges d'eau douce composant le genre Batrachospermum. Bull. de la Soc. botan. de France, 1875.

Skobiszewski J. Über die Entwick. des Embryo bei der Weymouths-Kiefer. Bull. soc. nat. Moscou, 1873. 1876.

Sokolova M. Naissance de l'endosperme dans les sac embryon. de quelques Gymnospermes. Moscou 1880.

Solereder H. Über abnormale oberirdische Sprosse des Tannwedels. Beihefte z. Botan. Centralblatt 1905.

Soltwedel M. F. Freie Zellbildung im Embryosack der Angiospermen. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft 1881. 2 Taf.

Solms-Laubach H. Graf zu. Die Familie Rafflesiaceae in Englers Pflanzenfam. III. 1.

— Über den Bau der Samen in d. Famil. der Rafflesiaceae. Botanische Zeitung 1874.

— Ueber monocotyle Embryonen mit scheitelbürtigem Vegetationspunkt. 1 Taf. Botan. Zeitung, 1877.

— Die Sprossfolge der Stangeria und d. übrig. Cycadeen. Bot. Ztg. 1890.

Sperk. Die Lehre v. der Gymnospermie im Pflanzenreiche. Mém. Acad. St. Pétersb. 1869.

Spiess K. Ginkgo, Cephalotaxus u. die Taxaceen. Oesterr. Bot. Zeit. 1902 1903. 2 Taf.

Sprengel Christ. Konr. Das entdeckte Geheimniss d. Natur im Bau u. in d. Befruchtung d. Blumen. Berlin 1793. 25 Taf. — Facsimile-Druck, Berlin. Mayer u. Müller. 1893

Sprengel Kurt. Geschichte d. Botanik. 2 Bde. Altenburg, Leipzig 1817.

Stopes Mar. C. Beiträge zur Kenntnis der Fortpflanzungsorgane der Cycadeen. Flora 1904.
Stahl E. Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Flechten. Leipzig 1877. 6 Taf.
— Über sogenannte Kompasspflanzen. Jena 1881.
Stenzel K. G. Abweichende Blüthen heimischer Orchideen mit einem Rückblick auf die der Abietineen. 6 Taf. Bibliot. botan. 55. Stuttgart 1902.
— Über die Blätter des Schuppenwurz. Bot. Zeit. 1871.
— Blütenbildungen beim Schneeglöckchen (Galanthus niv.). Biblioth. bot. Cassel 1890. 6 Taf.
— Betrachtungen über die Grenze zu Blatt u. Stamm. Flora 1864.
— Beobachtungen an durchwachsenen Fichtenzapfen. Nov. Act. Ac. Leop. 1876.
Strasburger Ed. Die Coniferen u. die Gnetaceen. Leipzig 1872. 26 Taf.
— Über das Verhalten des Pollens und die Befruchtungsvorgänge bei den Gymnospermen. Histol. Beitr. Hft. IV. 1892.
— Über die Gymnospermenblüte in Flora 1873.
— Die Angiospermen und die Gymnospermen. Jena 1879.
— Die Apogamie d. Eualchemillen. Pringsh. Jahrb. 1904.
— Einige Bemerkungen zur Frage nach d. doppelten Befruchtung bei d. Angiospermen. Botan. Zeitung 1900.
— Über Azolla. Jena, 1873. 7 Taf.
— Über Befruchtung. Jahrb. für wissensch. Bot. 1897. Bot. Zeitung 1901.
— Die Samenanlage von Drimys Winteri und d. Endospermbildung bei Angiospermen. Flora 1905.
— Über Polyembryonie. Jenaische Zeitschrift f. Naturwiss. 1878.
— Über Befruchtung und Zelltheilung. 1877.
Suckow S. Über Pflanzenstacheln. Dissert. Breslau 1873.
Thiselton Dyer W. T. Morphology of Selaginelle. Nature 1877.
Van Tieghem M. Ph. Sur les feuilles assimilatriges et l'inflorescence des Danae, Ruscus et Semele. Bull. de la Soc. bot. de France. 1884.
— Observations anatomiques sur le cotylédon des Graminées. Ann. des sc. natur. Sér. V. 1872.
— Morphologie de l'embryon et de la plantule chez les Graminées et les Cyperacées. Ann. d. sc. nat. VII. ser. 1897.
— Recherches sur la structure du pistil. Annal. des sc. nat. 5 sér. 1868.
— Recherches sur la structure du pistil et sur l'anatomie comparée de la fleur. Paris 1871. 16 tab.
Trelease W. Illustrations of a Strangling Fig. Tree. Rep. of the Missouri Botan. Garden. 1905. 7 Pl.
Trécul M. A. Note sur l'inflorescence unilatérale du Trifolium Lupinaster. Bull. de la Soc. bot. de France. 1842.
— De la théorie carpellaire d'après des Renonculacées, Amygdalées, Hippocastanées, Amaryllidées. Compt. rendus. 1873—1876.
— Nature radiculaire des stolons de Nephrolepis. Compt. rend. Paris, 1886.
— Origine des bourgeons adventivs. 1847. 9 pl.
Treub Melch. Over knopbedekking in de Tropen. Handelingen van het 1 nederl. Natur. en Geneeskund. congres, 1887. Amsterdam.
— Sur une nouvelle catégorie de plantes grimpantes. Annal. de Buitenzorg. 3.
— Sur les urnes du Dischidia Rafflesiana. Annal. du Buitenzorg. III.
— Sur le Myrmecodia echinata Gaud. Annal. de Buitenzorg. III. 1882.
— Observations sur les plantes grimpantes du Jardin bot. de Buitenzorg. Annal. de Buitenz. III. 1882.
— L'organe femelle et l'embryogénése dans le Ficus hirta. Ann. du Jard. bot. de Buitenzorg 1902.
— Sur les Casuarinées et leur place dans le système natural. Ann. du Jard. bot de Buitenzorg. 1891.
— Note sur l'embryogénie de quelques Orchideés Verh. d. Koning. Akad. Amsterodam 1879.
— Note sur l'embryon, le sac embryon. et l'ovule. Ann. de Buitenzorg. 7.
— L'organe femelle et l'apogamie du Balanophora elong. Ann. du Jard Bot de Buitenzorg 1898.
— Recherches sur les organes de la végétation du Selaginella Martensii. 1877
— Études sur les Lycopodiacées Annal. de Buitenzorg 1884, 1886 1888, 1889
— Recherches sur les Cycadées. Ann. Buitenz. 1884
— L'apogamie de l'Elatostema acumin Ann. du Jard. bot de Buitenzorg 1900
— Observations sur les Loranthacées. Ann. du Jard. de Buitenzorg. 1883.

Tubeuf C. v. Über Morphologie. Anatomie u. Entwicklung des Samenflügels bei den Abietineen. München 1892. 3 Taf.
— Die Haarbildungen der Coniferen. 12 Taf. München 1896.
Tulasne L. R. Nouvelles études d'embryogénie végétale. Ann. des sc. nat. 1855.
— Études d'embryogénie végétale. Ann. des sc. nat. 1849.
Turpin P. Sur inflorescence des Graminées et des Cypérées. 2 pl. 1819.
Tylor A. Colouration in animals and plants. 12 col., 12 plain pl. 1886.
Uexküll-Gyllenband M. v. Phylogenie der Blütenformen u. der Geschlechtsverteilung bei den Compositen. Bibl. Botan. 1901. 2 Taf.
Uhlworm M. O. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte d. Trichome. Bot. Ztg. 1873. 2 Taf.
Ule E. Über Blumengärten der Ameisen am Amazonenstrom. Verhandl. der Gesellsch. deutsch. Naturf. u. Ärzte. Breslau 1904.
— Eigenthümliche mit Pflanzen durchwachsene Ameisennester am Amazonenstrom. Naturwissensch. Wochenschrift. 1906. Nr. 10. — Siehe auch Karsten, Schenck, Vegetationsbilder.
Unger F. Die Pflanze im Momente der Thierwerdung. Wien 1843. 1 Taf.
Urban Ign. Ueber den Dimorphismus bei den Turneraceen. Verh. d. bot. Ver. Prov. Brand. 1883.
— Morphologie der Gatt. Bauhinia. Ber. d. deutsch. botan. Ges. 1885. 1 Taf.
— Über die morphologische Bedeutung der Stacheln bei den Aurantieen. Bericht d. deutsch. botan. Gesellsch. 1883.
— Die Blüthenstände d. Loasaceen. Ber. d. deutsch. Botan. Ges. Berlin. 1882. 1 Taf.
— Zur Biolog. d. einseitswend. Blüthenstände. 1885.
— Blüten- u. Fruchtbau d. Loasaceen. Dto. 1892.
Velenovský J. Ueber die vergrünten Eichen von Alliaria officinalis. Flora 1881. 1 Taf.
— Ueber die Traubenwickel von Drosera rotundifolia. Flora 1883.
— O seriálních pupenech. Král. čes. spol. nauk. 1884. 1 tab.
— Ueber die Achselsprosse einiger Smilax-Arten. Flora 1885. 1 Taf.
— Morphologische Beobachtungen. Flora 1887. 1 Taf.
— Morphologische Studien auf dem Gebiete der exotischen Flora. Sitz. d. kön. b. Ges. d. Wis. Prag 1888. 1 Taf.
— Zur Deutung der Fruchtschuppe der Abietineen. Flora 1888. 1 Taf.
— Poznámky ku morfologii rhizomů kapradin. Král. č. spol. nauk, 1890. 2 tab.
— O biologii a morfologii rodu Monesis. Rozpr. čes. Akademie. 1892. 1 tab.
— O morfologii os cévnatých tajnosnubných. Rozpr. čes. Akad. 1892. 2 tab.
— O phyllokladiích rodu Danaë. Rozpr. čes. Akademie. 1892. 1 tab.
— O některých abnormitách rostlin složnokvětých. Rozpr. čes. Akademie, 1895. 1 tab.
— Die Achselknospen der Hainbuche (Carpinus Betulus). Oest. Bot. Zeit. 1900.
— Eine interessante Missbildung in den Blüthen des Ranunculus acris. Oest. Bot. Ztschr. 1900.
— Moderní směry systematiky rostlinné. Věstn. čes. Akademie, XI.
— Die Verzweigungsart der Gattung Dracaena. Sitzsber. d. k. b. Ges. d. Wis. 1903. 1 Taf.
— Einige Bemerkungen zur Morphologie der Gymnospermen. Beih. z. Bot. Centralbl. 1903.
Zur Deutung der Phyllokladien der Asparageen. Beih. z. Botan. Centralbl. 1903. 1 Taf.
— Die gegliederten Blüthen. Beih. z. Bot. Centralbl. 1904. 2 Taf.
— Vergleichende Studien über die Salix-Blüte. Beih. z. Bot. Centralbl. 1904. 1 Taf.
— O klíčení semen Pirolaceí. Rozpr. čes. Akademie. 1905. 1 tab.
Vilhelm Jan. Neue teratolog. Beobachtungen an Parnassia palustris. Oester. Bot. Zeitschr 1901.
— Teratologische Beobachtungen an Parnassia palustris. Bull. de l'Acad. d. sc. de Bohême. 1899.
Vines M. S. H. The proembryo of Chara. The Journal of Botany. 1878.
Vlček Vlad. O atavisticky abnormním květu Primula officinalis. Progr. gymn. Kr. Hradec 1907.
Vöchting H. Über d. Ursachen der Zygomorphie d. Blüthen. Ber. d. deutsch. Bot. Ges. Berlin. 1885.
— Über Zygomorphie u. deren Ursachen. Berlin 1886. 5 Taf.
— Beiträge zur Morphologie und Anatomie der Rhipsalideen. Pringsheim. Jahrb. IX.
— Über d. Regeneration d. Marchantieen. Jahrb. f. wis. Bot. Bd. 16. 1885.
Voigt A. Über Bau u. Entwickl. von Samen mit ruminirtem Endosperm. Annal. du jard. de Buitenzorg, VI.

Volkens G. Über die Bestäubung einiger Loranthaceen u. Proteaceen. Ein Beitr. zur Ornithophyllie. 1 Taf. 1899.

Vries Hugo de. Die Mutationstheorie. Versuche u. Beobachtungen über die Entstehung von Arten im Pflanzenreich. Leipzig 1901, 1903. 2 Bde.

— Ältere u. neuere Selektionsmethode. Biolog. Centralbl. 1906.

— Über tricotyle Rassen. Berichte d. deutsch. botan. Gesellsch. 1894. 1902.

— Arten u. Varietäten und ihre Entstehung durch Mutation. Berlin 1906. (Übers. von Klebahn.)

Vuillemin M. P. Sur les homologies des Mousses. Nancy 1886. 59 pag.

Wagner Rud. Die unterbrochenen Trauben einiger Malcolmien. Oest. Bot. Zeitschr. 1908.

Walz J. Über die Befruchtung in den geschlossenen Blüthen von Lamium amplexicaule u. Oryza clandestina. Bot. Ztg. 1864.

Warming Eug. Er Koppen hos Vortemaelken (Euphorbia) en Blomst eller en Blomsterstand? Köbenhavn 1871. 3 Taf.

— Recherches sur la ramification des Phanérogames. Soc. Roy. des Sc. de Copenhague 1872. 11 pl.

— Sur la difference entre les trichomes et les épiblastèmes d'un ordre plus élevé. Copenhague 1873.

— Bidrag til Kundskaben om Lentibulariaceae. Vidensk. Med. Kjobenhavn. 1874. S. 33—58.

— Om rödderne hos Neottia nidus avis L. — Medd. fra d. naturh. Foren. i Kjobnhavn 1874.

— De l'ovule. Ann. sc. nat. 1877—78. 8 pl.

— Recherches s. l. Cycadées. Copenhague 1877. — Contribut. à l'histoire d. Cycadées. Copenh. 1879.

— Individus nains de Papaver somniferum. Copenhague.

— Familien Podostemonaceae. I—IV. Bd. 1881—1891. Memoires de l'Academ. Danoise des sc. à Copenhague.

— Tropische Fragmente. Rhizophora Mangle. Engler. Jahrb. 1883.

— Biologiske obtegnelser om gronlandske planter. Bot. Tidskr. 1885, 1886.

— En Stenfrugt med Sejbast (Caryocar brasiliense). — Vidensk. Meddel. fra d. naturh. For. 1889. Kjobenhavn.

— Monographie der Podostemaceen. Engler, Pflanzenfamil. III. 2a. 1891.

— Lehrbuch d. ökologischen Pflanzengeographie. Deutsche Ausgabe von Graebner. Berlin 1902.

— Handbuch d. systematischen Botanik. Deutsche Ausgabe (v. Knoblauch). Berlin 1890.

— Disposition des feuilles de l'Euphorbia buxifolia Lam. Bull. de l'Acad. des Sc. Copenhague 1896.

— The Structure and Biology of Arctic Flowering Plants. I. Copenhagen 1908.

Wetterwald. Blatt und Sprossbildung bei Euphorbiaceen und Cacteen. 1889. (Nov. act. cur. nat.)

Westermaier M. Zur Embryologie der Phanerogamen. Nov. Act. Leop. Carol. Acad. 1890.

— Zur Kenntnis der Pneumatophoren. Freiburg 1900.

Weiss G. A. Die Pflanzenhaare. Bau und Entwicklung. 13 col. Taf. 1867.

Weisse A. Neue Beiträge zur mechanischen Blattstellungslehre. Jahrb. f. wiss. Bot. 1894.

Weiss F. On androgynous cones in Pinus Thunb. and some remarks on their Morphol. Brit. assoc. for the adv. of sc. London 1890.

Webber J. H. Spermatogenesis and fecundation of Zamia. Washington 1901.

Weber A. van Bosse. Monographie des Caulerpes. Annal. du Jard. bot. de Buitenzorg. XV (1898).

Went F. A. C. Über Haft- und Nährwurzeln bei Kletterpflanzen und Epiphyten — Annal. de Buitenzorg XII. 1895. 9 Tab.

Wettstein R. v. Handbuch d. systematischen Botanik. Leipzig. Wien 1901—1908.

— Samenbildung und Keimung von Aponogeton Bern. Oesterr. Bot. Zeitschr. 1906

— Über d. Vorkommen zweigeschlechtiger Infloreszenzen bei Ephedra. Festschr. Wien 1907.

— Die weibliche Blüte von Ginkgo. Oesterr. Bot. Zeit. 1899. 1 Taf.

— Der Neo-Lamarckismus u. seine Beziehungen zum Darwinismus. Jena 1903.

— Untersuchungen über d. Saisondimorphismus im Pflanzenreiche. 1901. 6 Taf.

Wieland G. R. American fossil. Cycads. Washington 1906. 50 Tab.

Wiglesworth G. The cotyledons of Ginkgo b.l. and Cycas rev. Ann. of Bot. 1903.

Wille N. Om Kimens Udviklingshistorie hos Ruppia rostellata og Zannichellia palustris. — Videnskabelige Meddelelser fra Naturh. For. i Kiobenhavn 1882. 2 Taf.

— Characeae. Englers Pflanzenfam. I, 2.

Willkomm M. Dr. Zur Morphologie der samentrag. Schuppe des Abietineen-Zapfens. Nov. Act. Ac. Leop. XLI.
Willis J. C. Studies in the Morphology and Ecology of the Podostemonaceae of Ceylon and India. — Annals of the Royal bot. gard. Peradeiya. 1902. 38 pl.
Wilson Stephen M. A. On the Envelope of Plumule in the Grass-Embryo. Transact. and Proc. of the Botan. Soc. 1879. 1 pl.
Wigand Alb. Grundlegung der Pflanzenteratologie. Marburg 1850.
— Kritik und Geschichte der Lehre von der Metamorphose der Pflanze. Leipzig 1846.
Wiesner J. Über die Beziehungen der Stellungsverhältnisse der Laubblätter. Ber. d. d. botan. Gesell. 1902.
Winkler A. Über die Keimblätter der deutschen Dicotylen. Verhandl. d. Bot. Vereins Brandenburg. Bd. XVI. 1874. 1884.
— Beiträge zur Morphologie der Keimblätter. Schles. Gesellsch. für vat. Cult. 1882.
Winkler Hans. Über Parthenogenesis und Apogamie im Pflanzenreiche. Progressus rei botanicae. Jena 1908.
— Über Parthenogenesis bei Wickstroemia indica. Ber. d. deutsch. Bot. Gesell. 1904. — Ann. de Buitenzorg 1906.
— Untersuchungen zur Theorie der Blattstellungen. Jahrb. für wiss. Botanik 36. 1901.
Wieland G. R. Historic fossil Cycads. Accelerated cone growth in Pinus. Amer. Journ. 1908.
Wittrock V. B. Über die Inflorescenzen von Acer. Botaniska Sällskapet i Stockholm. 1885.
— Über Geschlechtervertheilung bei Acer Platanoides L. u. einigen anderen Acer-Arten. Botan. Centralbl. 1885.
Wóycicki Z. Über d. Bau d. Embryosackes bei Tropaeolum majus. Cracovie, 1907. Acad. d. sciences.
Wojinowić W. P. Beiträge zur Morphologie, Anatomie und Biologie der Selaginella lepidophylla. Breslau 1890. 4 Taf.
Worsdell W. C. The Structure of the female Flower in Conifers. Ann. Bot. 1900.
— The origin of the »Flower«. Scienc. Progr. 1907.
Wunschmann E. Über die Gattung Nepenthes. Diss. inaug. Berlin 1872.
Wydler H. Ueber dichotome Verzweigung d. Blüthenaxen (cymöse Inflorescenz) dicotyledonischer Gewächse. 2 Taf. Bern 1843.
— Morphologische Mittheilungen. Bot. Ztg. 1843.
— Über accessorische Sprossen. Mittheil. d. natur. Gesell. Bern 1852.
— Ein Beitrag zur Kenntniss der Gras-Inflorenscenz. Schl. u. Näg. Zeitschr. f. wiss. Bot. 3, 4 Hft.
— Über die symmetrische Verzweigung dichotomischer Inflorescenzen. Flora 1851.
Zeiller R. Éléments de Paléobotanique. Paris 1900.
Zimmermann A. Die Morphologie und Physiologie des pflanz. Zellkernes. Jena 1896.
Zinger N. Beiträge zur Kenntn. d. weibl. Blüthen und Inflorescenzen bei Cannabineen. Flora 1898.
Zipperer A. Zur Kenntnis der Sarraceniaceae. Diss. Erlangen. München 1885.
Zuccarini J. G. On the morphology of the Coniferae. London 1846. 5 pl.

Verzeichnis
der behandelten Arten, Gattungen und Familien.*)

* Die Zahl bezeichnet die Seite, der Stern die Abbildung.

Sachregister.

ERKLÄRUNG DER TAFELN.

Tafel VI.

Fig. 1. **Strophanthus Preussii** Engl. Px. Blüte in natürlicher Grösse, die Kronenzipfel (e) verlängern sich in fadenförmige Anhängsel (b), d) Kelch, a) Hochblätter.

Fig. 2—3. **Ayenia magna** L. 2) Blüte vergrössert, a) Kelch, b) Petala mit fadenförmigen Nägeln (c); 3) schematischer Durchschnitt, d) Staminalröhre, e) Gynophor, f) Antheren, g) Staminodien, n) herabgekrümmte Staubfäden, i) Narbe, k) Fruchtknoten.

Fig. 4—5. **Euphorbia lucida** W. K. 4) Cyathium vergrössert, 5) ein gegliedertes Staubblatt, mit einer Braktee.

Fig. 6. **Pedilanthus aphyllus** Boiss. Cyathium in natürlicher Grösse, unten sackartig verlängert, a) Griffel, b) Hochblattpaar, c) Drüsen.

Fig. 7. **Euphorbia globosa** Sims. Cyathium vergrössert, mit fingerartig geteilten Drüsen.

Fig. 8—11. **Cochliostema odoratissimum** Lem. 8—9) Blüte nach der Beseitigung des Perigons, von vorn und von hinten, c) häutige Hüllen, in welchen drei Staubblätter eingeschlossen sind, i) zwei gewimperte Staminodien, d) am Rücken des Staubfadens d) hervorwachsendes Haarbündel, d) fertiles Staubblatt, in die Höhlung eindringend und die Anthere (d) tragend, f) zahnförmiges Staminodium, k) Fruchtknoten, m, d) spiralig gewundene Antheren, a, b) Perigon. 10) Durchschnitt durch die Staubblatthöhlung, 11) Blütendiagramm.

Fig. 12. **Peltodon radicans** Pohl. Kelch mit schildförmigen Zähnen.

Fig. 13. **Maranta leuconeura** E. M. Unregelmässige Blüte; o) Infloreszenzachse, b) Stützbraktee, m) unterständiger Fruchtknoten, s) äussere grüne Perigonblätter, s') innere blasse Perigonblätter, st) kronenartige Staminodien, st') helmartiges Staminodium.

Fig. 14. **Huttonaea pulchra** Harv. Beispiel einer bizarren Orchideenblüte. Vergrössert.

Fig. 15. **Corynanthe pachyceras.** Blüte vergrössert, a) unterständiger Fruchtknoten, b) Kelch, c) Kronenröhre, d) Kronenzipfel mit kugeligen Anhängseln, e) Narbe, f) Staubblätter.

Fig. 16—17. **Hippocrepis comosa** L. 16) Gestielte, doldenartige Infloreszenz, o) Infloreszenzstiel, a) zusammengewachsene Stützbrakteen, b) Blütenstiele. Natürliche Grösse.

Fig. 18. **Linaria vulgaris** Mill. Maskierte Rachenblüte, schwach vergrössert.

Fig. 19—20. **Masdevallia ignea** Rchb. A) Blütenschaft, mit der verkümmerten Knospe l) abgeschlossen, aus der Brakteenachsel (k) tritt eine Seitenblüte hervor. o) Blütenstiel, z) Gliederung, s) Fruchtknoten, a) äusseres dreizipfeliges Perigon, b) drei kleine innere Perigonblättchen, n) Säule, m) Fruchtknotenwandung, aus dem Perigon gebildet, p) Carpellschicht, r) Fruchtknotenhöhlung mit Eichen, t) Gefässbündel.

Fig. 21—22. **Calceolaria** sp. Zwei geöffnete und eine geschlossene Blüte, in natürlicher Grösse, 22) Durchschnitt durch die Krone.

Tafel VII.

Fig. 1—3. **Sauvagesia rosacea** Gilg. a) Kelch, b) Petala, c) verkümmerte Staminodien, s) kronenartige Staminodien, t) Staubblätter, k) Fruchtknoten.

Fig. 4—5. **Collinsia bicolor** Bth. Blüte in natürlicher Grösse, 5) Durchschnitt durch die Unterlippe der Corolle.

Fig. 6. **Phalaenopsis Aphrodite** Rchb. f. Beispiel einer Orchideenblüte, natürliche Grösse.

Fig. 7. **Calothamnus blepharantherus** F. M. Blüte, schwach vergrössert, a) rigide Blätter, b) lederartiger Kelch, c) lederartige, nicht gefärbte Corolle, d) Staubfäden, in kronenartige, rote Röhre verwachsen.

Fig. 8. **Pileanthus peduncularis** Endl. Blüte, schwach vergrössert, k) Kelch mit zweilappigen Zipfeln, α, β) Vorblätter, die Hülle darstellend.

Fig. 9—12. **Verticordia Huegelii** Endl. 9) Blüte, schwach vergrössert, 10) Diagramm, 11) Blütenknospe in die Vorblatthülle eingeschlossen, 12) Staminodien; α, β) Vorblätter, a, b) Staminodien, k) Kelch, s) Stipularanhängsel.

Fig. 13. **Centranthus ruber** DC. Frucht mit pappusartigem Kelche.

Fig. 14. **Gongora odoratissima** Lem. Blüte in natürlicher Grösse; A) Inflorescenzachse, o) Fruchtknoten, l) Lippe, a, b) braune äussere Perigonblätter, s) Säule, mit welcher das äussere Perigonblatt (c) und die zwei inneren Perigonblätter (d, e) verwachsen sind.

Fig. 15—17. **Cienkowskia Kirkii** Hook. Blüte von vorn und von hinten, in natürlicher Grösse, m) Fruchtknoten, k) verwachsener Kelch, p) kelchartige Corolle, l) Labellum und die beiden Staminodien zu einer roten Corolle verwachsen; 17) der Griffel (v) und das Staubblatt (t), c) blattartiges Konnektiv.

Fig. 18. **Anemone ranunculoides** L. Geomorphe Blüte.

Fig. 19. **Musa sumatrana** Becc. Blüte, mit der glasig durchsichtigen Lippe (m), welche mit Nektar gefüllt ist, st) Staminodien, n) Narbe.

Fig. 20. **Tropaeolum majus** L. Blüte, in natürlicher Grösse, c) medianes Kelchblatt, in einen Sporn (o) verlängert, a) seitliche Kelchblätter, b) zwei wimperlose Kelchblätter.

Fig. 21. **Tupistra macrostigma** Hook. Die Blüte ist auf der Ährenachse aus der Brakteenachsel (a) hoch hinaufgeschoben, α) Vorblätter, c) grosse schildförmige Narbe.

Fig. 22. **Salvia pratensis** L. Gipfelpartie eines Blütenstandes, in natürlicher Grösse, mit seitlichen zygomorphen Blüten und einer terminalen Pelorie.

Fig. 23. **Erica Banksii** W. Blüte, schwach vergrössert. An der Corollenbasis drei Paare schuppenartiger, gleichgestalteter Blätter, welche zusammen den Kelch und die Vorblatthülle darstellen.

Tafel VIII.

Fig. 1. **Beaufortia macrostemon** Lndl. Blüte, zweimal vergrössert, a) rote Adelphien mit drei Staubblättern, die Corolle vertretend, b) kleine Petala.

Fig. 2. **Philotheca ericoides** F. M. Blüte, schwach vergrössert, a) die Staminodien und fünf Staubblätter in eine rote, haarige, kronenartige Röhre verwachsen, b) Krone, c) Kelch.

Fig. 3—5. **Plantago lanceolata** L. Beispiel der Proterogynie, 4) Blüte im ersten Stadium, wo die Krone (c) und die Staubblätter noch nicht entwickelt sind, die haarige Narbe aber entwickelt hervorragt, a) zwei Kelchblätter zusammengewachsen, b) zwei freie Kelchblätter; 3) zweites Stadium derselben Blüte, mit entwickelten Staubblättern, aber mit vertrocknender Narbe; 5) untere Kronenpartie (c) mit eingeschlossenen Staubblättern, s) Fruchtknoten.

Fig. 6. **Vaccinium Myrtillus** L. Blüte ohne Corolle und nur mit einem Staubblatt, a) Kelch als ganzrandiger Kragen, b) Fruchtknoten, c) abgefallene Staubblätter, d) Antherenhälften röhrig verlängert.

Fig. 7. **Lolium perenne** L. Blüte, stark vergrössert, a) Fruchtknoten, c) federartige Narben, l) Lodiculae, d) dünne Fäden mit beweglichen Antheren (Anemophilie).

Fig. 8. **Calythrix asperula** Sch. Blüte, zweimal vergrössert, mit grannigen Kelchanhängseln.

Fig. 9. **Petiveria alliacea** L. Fruchtknoten, mit seitlicher, geteilter Narbe.

Fig. 10. **Geranium sanguineum** L. Beispiel der Proterandrie.

Fig. 11—12. **Asclepias Cornuti** Dec. 12) Blütenknospe, 11) Blüte geöffnet, a) schmutzig braune Corolle, b) Kelch, c) Konnektivanhängsel die Corolle nachahmend.

Fig. 13. **Ocimum campechianum** Mill. Blüte, vergrössert, a) grosser Kelchzipfel, welcher als Oberlippe die vier übrigen deckt.

Fig. 14. **Veronica Chamaedrys** L. Eine pentamere Blüte, mit vier Kronenzipfeln und zwei Staubblättern, vergrössert.

Fig. 15—17. **Laportea gigas** Wedd., 15) vergrösserte weibliche Blüte, c) vierblättrige Blütenhülle, a) Blütenstiel, b) Gliederung, 16) himbeerenartige Sammelfrucht, 17) eine Frucht mit fleischig verdicktem Blütenstiele (a).

Fig. 18—20. **Dorstenia Contrajewa** L., 19) vergrösserte weibliche Blüte, mit zwei Perigonblättchen, 18) Fruchtknoten mit seitlicher Narbe, 20) die zwei Perigonblättchen knorpelig verdickt und zuletzt die Achäne gewaltig fortschleudernd.

Fig. 21. **Impatiens Roylei** Walp. Wagrecht hängende Blüte, schwach vergrössert, a) Stützbraktee, 1, 2, 4) Kelchblätter, 4) sackartig erweitert und gefärbt.

Fig. 22. **Impatiens Noli tangere** L. Blüte und ihr Diagramm; a) Stützbraktee, 1, 2, 4) Kelchblätter, l, n) die vier in zweilappige Lippe zusammengewachsenen Kronblätter, m) das freie Kronblatt, 4) spornartig entwickeltes und corollinisch gefärbtes Kelchblatt.

Fig. 23. **Polygala Chamaebuxus** L. Vergrösserte Blüte, A) Stützblatt, o) beblättertes Ästchen, α) Vorblatt, 1, 3) zwei kleine Kelchblätter, 2) sporntragendes Kelchblatt, 4, 5) flügelartige, gefärbte Kelchblätter, a) medianes kammartiges Kronblatt, mit den seitlichen (b) verwachsen.

Fig. 24—25. **Scirpus palustris** L. Beispiel einer proterogynischen anemophilen Blüte, vergrössert; a) Perigonborsten, c) Fruchtknoten, b) verdickte Griffelbasis.

Fig. 26. **Cypripedium Calceolus** L. Blüte, natürliche Grösse, a) zwei äussere zusammengewachsene Perigonblätter, das Lippenblatt sackartig ausgehöhlt.

Tafel IX.

Fig. 1. **Tristania laurifolia** R. Br. Blüte, mit fünf pinselartigen Antherenadelphien.

Fig. 2. **Thysanotus pauciflorus** R. Br. Blüte, natürliche Grösse, die inneren Perigonblätter sind in dem Dorsalstreifen krautig-grün (wie die äusseren), die Ränder sind aber corollinisch entwickelt.

Fig. 3. **Teucrium Chamaedrys** L. Blüte, mit scheinbar fünflappiger Unterlippe.

Fig. 4. **Bougainvillaea glabra** Chois. Inflorescenz, mit corollinischen Hochblättern.

Fig. 5. **Loeselia coerulea** Don. Eine Blüte, mit corollinischen Hochblättern.

Fig. 6. **Pentapeltis silvatica** Domin. Vergrösserte Blüte, mit schildförmigen Kelchzähnen (a), b) die punktförmigen Eindrücke, wo die Kelchschildchen eingefügt waren.

Fig. 7—8. **Begonia** sp., 7) die zygomorphe weibliche Blüte, 8) die regelmässige männliche Blüte, s) flügelartiger Fruchtknoten, α) Vorblatt.

Fig. 9—10. **Helicteres ovata** Lam. Vergrösserte Blüte, c) Kelch, p) Petala, g) Gynophor, st) Staminodien, s) Stamina.

Fig. 11. **Helmholtzia glaberrima** Hook. Beispiel einer reduzierten Blüte; a, b) äusserer Perigonkreis, c) aus dem inneren nur zwei Blättchen entwickelt, s) nur ein entwickeltes Staubblatt.

Fig. 12. **Tourraea floribunda** Hochst. Vergrösserte Blüte, a) Kelch, b) Kronblätter, c) röhrig zusammengewachsene Staubfäden, d) Stipularanhängsel zwischen den Staubblättern, e) kugelige Narbe, den langen, dünnen Griffel abschliessend.

Fig. 13. **Stellaria graminea** L. Regelmässige Blüte, mit zweiteiligen Petalen, vergrössert.

Fig. 14. **Alonsoa Warszewiczii** Rgl. Blütenstand, in natürlicher Grösse, die Blütenkrone mit der Unterlippe infolge der Stieldrehung nach oben gekehrt.

Fig. 15—18. **Xanthorhiza apiifolia** Her. Vergrösserte Blüte, o) Abstammungsachse der Inflorescenz, A) Stützblatt, a) Perigon, b) inneres Perigon, nektarienartig ausgebildet, c) Staubblätter; 16, 17, 18) der endständige Griffel durch einseitiges Wachstum seitliche Stellung einnehmend.

Fig. 19. **Correa ferruginea** Hook. Eine Rutacee mit gamopetaler Blütenkrone, schwach vergrössert.

Fig. 20—22. **Acanthus longifolius** Host. 20) Inflorescenzpartie mit einer Blüte, natürliche Grösse, a) Stützbraktee, α) Vorblatt, m) untere Kelchlippe, n) obere Kelchlippe, k) Corolle, o) zwei kleine Kelchzipfel, l) haarige Antheren, 21) die Blüte, 22) dieselbe ohne Kelch, mit kurzröhriger Corolle.

Fig. 23. **Ceropegia Woodii** Schl. Beispiel der Blütenplastik.

Fig. 24. **Lonicera Caprifolium** L. Beispiel einer zweilippigen Blütenkrone mit dem Verhältnisse 4 + 1.

Fig. 25. **Petraea arborea** HBK. Blüte, mit corollinischem, blau gefärbtem Kelche (a).

Fig. 26. **Ceanothus americanus** L. Gegliederte Blüte, a) Gliederung, p) corollinisch gefärbtes Pericladium, k) kappenartige Petala.

Fig. 27. **Linnaea borealis** L. Blüte, mit zwei Vorblättern, welche mit grossen Drüsen bekleidet sind.

Fig. 28. **Centranthus ruber** DC. Eine unsymmetrische Blüte, die Corolle lang gespornt, unterständiger Fruchtknoten, von den fünf Stamina nur ein einziges entwickelt.





Velenovský ad nat. del.



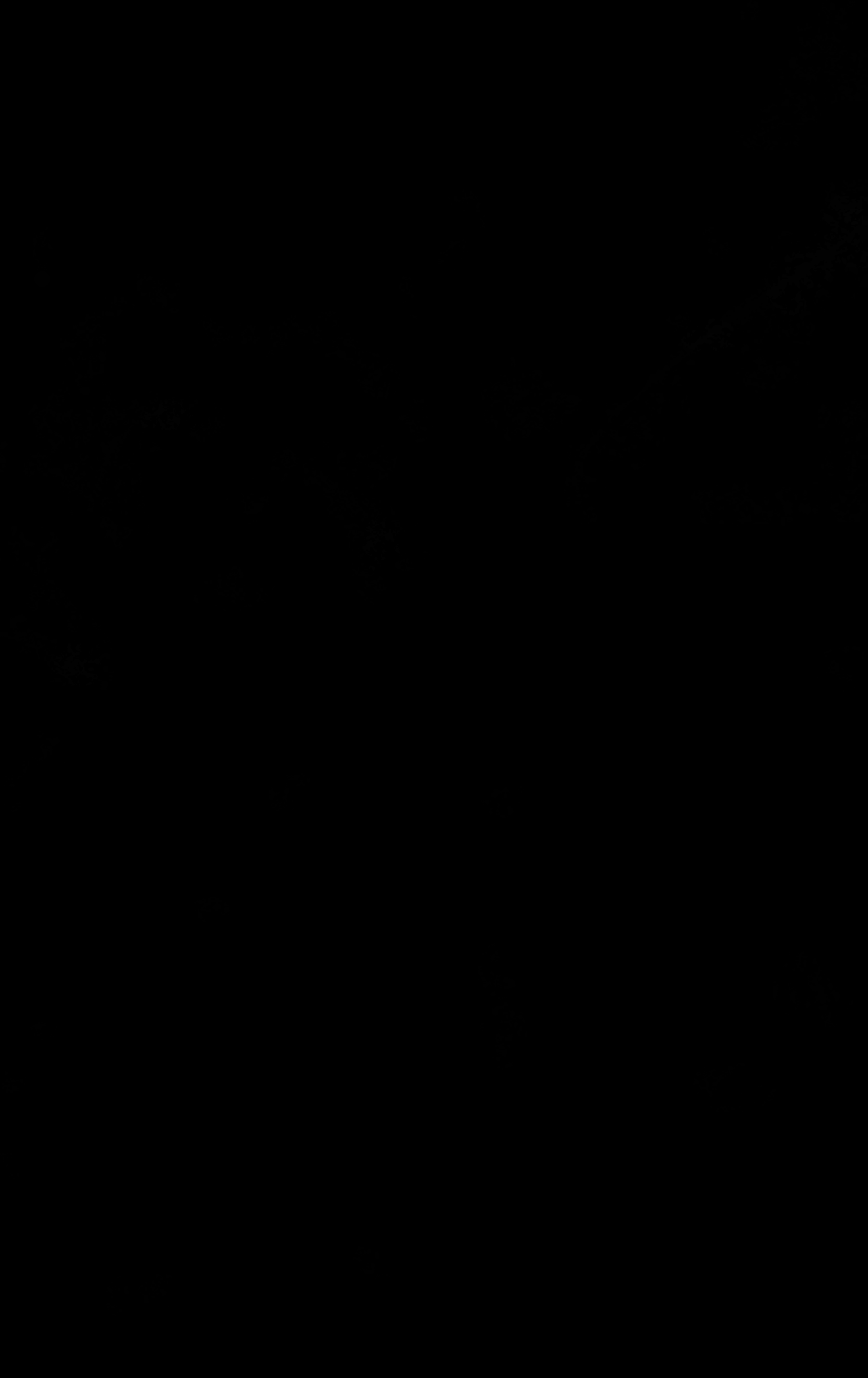


Velenovský ad nat. del.





Velenovský ad nat del





Velenovský ad nat. del.

Vergleichende
Morphologie der Pflanzen.

IV. Teil (Supplement).

Mit 100 in den Text gedruckten Abbildungen und zwei lith. Doppeltafeln.

Dr. Jos. Velenovský,

k. k. o. Professor der Botanik an der böhm. Universität in Prag.

Prag.

Verlagsbuchhandlung von Fr. Řivnáč.

1913.

Druck von E. Leschinger Prag.

VORWORT.

Als ich im Jahre 1909 mit der Abfassung meines Werkes »Vergleichende Morphologie der Pflanzen« zum Abschlusse gelangt war, sah ich, dass dasselbe in vielen Stücken einer Ergänzung und Vervollständigung bedürftig sei, was im Hinblicke auf den Zeitraum von 5 Jahren, der zwischen dem Erscheinen der ersten und dritten (letzten) Abteilung dieser meiner Arbeit verflossen war, leicht begreiflich ist.

Ich habe mich während dieser Zeit mit dem Studium verschiedener Fragen befasst, und so geschah es, dass das Material meiner diesbezüglichen morphologischen Studien sich dermassen vermehrt hat, dass ich es für gut befand, alles, was sich hierauf bezog, in einem eigenen Supplement zusammenzufassen, welches ich hiemit der Öffentlichkeit übergebe.

Der Rahmen des grundlegenden Werkes ist auch hier eingehalten und sind demnach die Ergänzungen und Einschaltungen nach der Seitenzahl angeordnet worden, um das Auffinden zu erleichtern.

Auch was die stilistische Seite der Sache anbelangt, ist darauf Bedacht genommen worden, dass für den Fall, als es etwa einmal zu einer zweiten Auflage meiner »Morphologie« kommen sollte, die Verschmelzung des Supplements mit dem Hauptwerk zu einem Ganzen durch blosse Einschaltung des Inhalts des ersteren an den diesbezüglichen Stellen des letzteren leicht zu bewerkstelligen wäre. Ich wäre sehr erfreut, wenn es zu einer solchen Neuauflage käme.

Wenn sich jemand in irgend ein Fach der Naturwissenschaften vertieft, so sieht und findet er je weiter desto mehr neue und interessante Dinge. Immer mehr enthüllen sich ihm die Gesetze, nach denen durch eine geheimnisvolle Fügung der Weltenergie Tiere, Pflanzen und Mineralien gebildet werden. Dort, wo der Laie oder Halbgelehrte nichts sieht, bewundert der ernste Forscher eine Menge von Erscheinungen, welche eine beredte und überzeugende Sprache führen. Und je mehr jemand die Natur kennen gelernt, je tiefer er sich in deren Anschauung und Erforschung vertieft hat, desto mehr gewinnt er die Überzeugung von der Un-

zulänglichkeit seiner Kenntnisse und wird er durch seinen Wissensdrang getrieben, mehr zu wissen und Klarheit darüber zu erlangen, was ihm noch durch einen Schleier verhüllt ist. Wenn dann die gewonnenen Erkenntnisse Winke zu neuen Fragen bieten, und wenn auf diese Weise das Studium sich nach allen Richtungen hin — feste Punkte hinterlassend — verzweigt, so ist das ein Beweis, dass die in solcher Richtung gepflegte Wissenschaft sich auf dem richtigen Wege befindet und dass sie zur Entwicklung in der Zukunft fähig ist.

Eine solche Wissenschaft ist auch die Pflanzenmorphologie. Wenn ich dieselbe nun nach rastloser 30jähriger Beschäftigung mit ihr überblicke, so kann ich nur sagen, dass es eine überaus inhaltsreiche, in alle botanischen Disziplinen hineinreichende Wissenschaft ist. Sie ist die Grundlage aller Botanik, und kein botanischer Fachmann sollte an seine Arbeiten herantreten, bevor er sich nicht gründlich mit der Morphologie vertraut gemacht hat. Wenn manche Physiologen oder Anatomen behaupten, dass eine eigentliche Morphologie gar nicht existiere, so kommt dies daher, dass sie die Grundlagen dieser Wissenschaft überhaupt nicht kennen gelernt haben. Es ist gerade so, als wenn ein Morphologe, der sich niemals eingehend mit Pflanzenphysiologie befasst hätte, behaupten wollte, es gebe gar nichts solches.

Eine jede wissenschaftliche Arbeit, sie mag nach welcher Methode immer getrieben werden und sich nach welcher Richtung hin immer bewegen, muss mit Achtung und Anerkennung als ein Bestandteil des menschlichen Wissens aufgefasst werden, wenn sie sich bemüht, objektiv die Wahrheit zu ergründen, und wenn sie wenigstens Brocken dieser Wahrheit findet. Wenn aber die Anhänger einer Methode oder Richtung andere Forscher nur deshalb herabsetzen, um allein das wissenschaftliche Feld zu okkupieren und ihre Lehren anderen gewaltsam aufzudrängen, so hört die gemeinsame wissenschaftliche Arbeit auf und tritt wissenschaftlicher Terrorismus und einseitiger Kampf an deren Stelle, was nur zum schliesslichen Verfalle der Wissenschaft führen kann.

Heutzutage kann, wahrlich mit Recht, von einem Verfalle der botan. Wissenschaft gesprochen werden, obzwar sich von allen Seiten her ein Berg botanischer, durch mit dem Auftragen greller und glänzender Farben nicht sparende Reklame angepriesener Schriften auftürmt, und obzwar nicht geleugnet werden soll, dass manche Fächer eine grosse Durcharbeitung und Vertiefung erfahren haben. Heutzutage wird überall nur in einzelnen Branchen gearbeitet und derer, die bemüht sind, sich in allen Zweigen Kenntnisse anzueignen und allgemeine Fragen zu lösen, gibt es nur sehr wenige. Freilich, das Arbeiten im Detail ist leichter, denn dazu bedarf es keiner grossen Übersicht, und ein Detail zu beschreiben, das trifft schliesslich jeder. Wenn aber jemand über allgemeine Fragen schreiben will, so muss er aus einer Masse wissenschaftlichen Materials

und schliesslich auch aus eigenen Kenntnissen Deduktionen ziehen, kurz gesagt, er muss eine umfassende und gründliche wissenschaftliche Vorbildung besitzen. Das ist nun allerdings eine viel schwerere Aufgabe. Wir haben hunderte von Spezialisten, von denen sich ihr ganzes Leben lang der eine nur mit Lebermoosen, der andere mit Flechten, der dritte mit der Karyokinese, der vierte mit Palaeontologie, der fünfte mit der Flora seiner Heimat abgibt — und dennoch wollen alle als ganze Botaniker angesehen werden, obzwar sie von der übrigen Botanik absolut gar nichts wissen. Nachdem sie aber für ihre Detailarbeiten Anerkennung gefunden haben, so glauben sie auch berechtigt zu sein, über Fragen abzusprechen, welche in andere Fächer einschlagen.

Es wäre wahrlich schon an der Zeit, dass, namentlich bei Besetzung von Professorenstühlen und bei Habilitationen, darauf gesehen würde, dass der Kandidat eine genaue Kenntnis des ganzen Faches, in welches seine Detailarbeit einschlägt, nachweise. Und ebenso wäre es an der Zeit, dass in jeder möglichen Weise botanische Unternehmungen allgemeinen Inhalts gefördert werden. Ein solches Förderungsmittel wären unzweifelhaft gute Kompendien der einzelnen Wissenschaften. Ein gutes Kompendium soll in knapper, übersichtlicher, klarer und angenehmer Form die wichtigsten Erkenntnisse der betreffenden Wissenschaft enthalten, und kann deshalb auch nur eine Kompilation sein, wenn es nur ein Bild der diesbezüglichen Disziplinen und dem Leser Anregung zum Studium einschlägiger Detailfragen bietet. Die Verfassung eines guten Kompendiums ist schwieriger als so manche Original- oder Spezialarbeit, weil sie an den Autor grosse Anforderungen stellt. Es wäre deshalb sehr erwünscht, wenn man gute Kompendien der Morphologie, Physiologie, Anatomie, Phytogeographie, Systematik, Palaeontologie, Bakteriologie und Evolution hätte. Fast aus allen diesen Disziplinen existieren Werke in verschiedenen Sprachen, welche Ansprüche darauf erheben, als Kompendien angesehen zu werden, aber nur einige wenige von ihnen kann man als gelungen bezeichnen. In demselben Sinne hat sich auch schon Tschulok ausgesprochen. Derlei gute Kompendien sollten auf Staatskosten und ohne Rücksicht darauf, ob die in einer Auflage gedruckten Exemplare schon vergriffen wären oder nicht, nach je 5 Jahren immer wieder in neuer Auflage herausgegeben werden. In den Neuauflagen müsste alles verbessert und ergänzt werden, was sich mit Rücksicht auf den mittlerweile eingetretenen Stand der Wissenschaft als notwendig herausstellen würde. Es wäre das gewiss nicht so viel, dass dadurch der Umfang des Kompendiums allzusehr anwachsen würde, denn die wirklich wichtigen Erscheinungen in den Wissenschaften wachsen bekanntlich nicht so reichlich wie die Schwämme nach einem Regen.

Als die grössten Gegner der botanischen Morphologie haben sich in der neuen Zeit die zahlreichen Physiologen erwiesen. Es ist eine eigen-

tümliche Erscheinung, dass die Pflanzenphysiologen, obwohl sie in der eigentlichen Botanik niemals gearbeitet haben, dennoch gern über alles schreiben und dort, wo es ihnen an Kenntnissen mangelt, einfach erklären, dass es sich um wertlose Dinge handelt. In dieser Beziehung führe ich als Beispiel die phrasenhafte Behauptung T i m i r j a z e v s (in Moskau) an, das 19. Jahrhundert zeichne sich dadurch aus, dass die veraltete Morphologie durch die moderne Physiologie überwunden worden sei. Auf diesen Unsinn hat bereits T s c h u l o k (S. 206—209) treffend geantwortet, indem er darauf hinwies, dass die vergleichende Morphologie die Grundlage der wissenschaftlichen Botanik bilden muss, und dass ihre Ergebnisse sich nicht im Gegensatze zur Physiologie befinden können. Am schroffsten treten gegen die Morphologie jene Autoren auf, welche aus der Schule G o e b e l s hervorgegangen sind, was übrigens begreiflich ist Die Folge davon ist die, dass in Deutschland, wo früher die Morphologie so schöne Blüten hervorgebracht hat, nicht nur die Morphologie, sondern auch die allgemeine Botanik überhaupt sich gegenwärtig in einem dekadenten Stadium befindet. Einen Beleg hiezu liefern viele popularisierende Schriften, von denen ich als Beispiel die Arbeit N o r d h a u s e n s (Göschen, Morphologie und Organographie der Pflanzen, 1911) anführe. Der genannte Autor schreibt als Physiolog und Anatom über Pflanzenmorphologie, mit der er sich niemals befasst und von der er infolge dessen keinen Begriff hat. Dem entspricht nun allerdings auch sein Elaborat. N. hat einfach in abgekürzter Form G o e b e l s Organographie mit allen ihren Irrtümern abgeschrieben, ohne zu wissen, dass diese unzähligen Fehler von verschiedenen Autoren in der Systematik bereits richtig gestellt und dass die irrigen Ansichten G o e b e l s entkräftet worden sind.

Obwohl aus der zitierten Schrift deutlich zu entnehmen ist, dass N. mein Werk nicht einmal gesehen, geschweige denn gelesen hat, so fertigt er es dennoch mit der Phrase ab, es sei veraltet. Auf Phrasen kann ich allerdings nicht antworten, und was G o e b e l s Widersinnigkeiten anbelangt, so habe ich mich mit denselben in meiner Morphologie bereits eingehend an den zuständigen Stellen beschäftigt. Herrn N. kann ich als Fachmann bloss versichern, dass in seinem Schriftchen fast kein Satz ist, der nicht veraltet wäre Übrigens nimmt der genannte Autor in seinem Schriftchen kaum den zehnten Teil der ganzen Morphologie durch, offenbar deshalb, weil ihm der Inhalt der übrigen neun Zehntel unbekannt ist. Nach N.-s Ansicht sind die notorischen Irrtümer G o e b e l s moderne Errungenschaften, während die Autoren, welche auf diese Irrtümer hingewiesen und sie korrigiert haben, veraltet sind.

N. behauptet, dass die vergleichende Morphologie die Zweckdienlichkeit der Organe nicht respektiere. Was das anbelangt, würde ich Hrn. N. empfehlen, wenigstens ein Kapitel meines Buches durchzulesen. Er würde dort finden, dass überall von der Zweckdienlichkeit der Organe gehandelt

wird (was übrigens auch gar nicht anders sein kann), nur mit grösserer Vorsicht, als es bei den oberflächlichen Physiologen Brauch ist.

In meinem Werke ist eine grosse Menge neuer Beobachtungen und Fakta beschrieben, was auch in den feindlich gehaltenen Rezensionen anerkannt worden, für Hrn. N. aber offenbar auch veraltet und wertlos ist. In meinem Buche ist alles zusammengefasst, was die hervorragendsten botanischen Klassiker (A. Braun, Hofmeister, Eichler, Nägeli, De Candolle, Clos, Čelakovský) geleistet haben, ihre Lehren sind dort zu einem Ganzen vereinigt und durch eine Menge neuer Belege unterstützt. Hier muss die Wahl getroffen werden: entweder sind alle genannten Klassiker unbedeutend und Goebel ein Riese, welcher die Leuchte der modernen Wissenschaft angezündet hat — oder umgekehrt. Aus N.—s Schriftchen geht diese Schlussfolgerung mit Notwendigkeit hervor. Für mich ist es aber eine hohe Ehre, dass mich Hr. N. unter die oben erwähnten klassischen Reaktionäre eingereiht hat.

Wie viel Hr. N. von Morphologie versteht, ist daraus zu ersehen, dass er als den Ausbund derselben die »Experimentalmorphologie« bezeichnet. Goebel hat diesen Namen überflüssigerweise der experimentellen Physiologie, mit der er sich am meisten beschäftigt, welche aber mit der Morphologie gar nichts zu tun hat, beigelegt. In unserem Sinne wird auch in Frankreich Goebels »experimentelle Morphologie« aufgefasst (vergl. z. B. den Prospekt Bonniers zu dem Werke: Dictionnaire Botanique, Paris, 1911).

Es ist eine Eigentümlichkeit der gegenwärtigen Zeit, dass für alte, anders bezeichnete Wissenschaften neue Benennungen eingeführt werden. So z. B. hat ganz überflüssigerweise Strasburger und seine Schüler die deskriptive Pflanzenanatomie »innere Morphologie« benannt. Allerdings muss die Zelle, da sie eine Sache ist, auch eine Gestalt (μόρφη) haben; in diesem weiteren Sinne sind dann aber auch alle Disziplinen der Naturwissenschaften »Morphologien«, denn, wenn sie von Dingen handeln, die wir mit unseren Sinnesorganen perzipieren, so muss auch ihre Gestalt respektiert werden. Oder es genügt auch nur der Hinweis darauf, welcher Gebrauch und Missbrauch mit der Bezeichnung »Biologie« gemacht wird. Früher hiess ein botanischer Leitfaden »Lehrbuch der Botanik«, heute führt ein Buch gleichen Inhalts den Namen »Pflanzenbiologie«. Der Unterschied in beiden Fällen ist bloss der, dass in den alten botanischen Lehrbüchern aufmerksam auf Grundlage der morphologischen Errungenschaften gebaut worden ist, während in den neuen die Morphologie ostentativ mit Füssen getreten wird, damit der Autor als ein »Moderner« dastehe. Und so wissen wir oft nicht, was für ein Unterschied zwischen Modernität und Ignoranz ist.

Es ist gewiss ein beachtenswertes Kennzeichen der gegenwärtigen Zeit, dass die Physiologen als »moderne Botaniker« Bücher über systema-

tische und phylogenetische Botanik schreiben, obzwar sie, da es ihnen in dieser Beziehung an der notwendigen Erfahrung mangelt, grösstenteils kompilieren müssen. Es kann dann nicht wundernehmen, wenn der mit Fachkenntnissen ausgerüstete Systematiker auf jeder Seite die gröbsten Verstösse gegen die gewöhnlichsten Kenntnisse auf diesem Wissensgebiete vorfindet. Auch die Evolutionslehre sehen die Physiologen sozusagen als ihr Monopol an. Mit welchem Rechte aber kann ein Physiologe über Evolution sprechen, wenn er keinen Begriff von den wechselseitigen Beziehungen der Familien und Gattungen, von ihrer Verbreitung auf der Erde in der Gegenwart und in den geologischen Zeiten hat? Wie kann der Physiologe ein Urteil über eine Artvariation oder über den Wert einer Art abgeben, wenn er selbst niemals in der Natur botanisiert und keine Erfahrungen an vielen Beispielen über die Variabilität in der Natur selbst gesammelt, wenn er es niemals versucht hat, eine der Variabilität unterworfene Gattung zu bearbeiten? Im Garten angestellte Variabilitätsexperimente sind gegenüber Studien, die über die Variabilität in der Natur angestellt werden, fast wertlos. Die Physiologie kann nur auf Grundlage der Chemie prosperieren und hat als solche gewiss eine grosse Zukunft. Aber eben als solche separiert sie sich immer mehr und mehr von der eigentlichen Botanik als eine eigene Wissenschaft, welche einen engeren Kontakt mit der Chemie und Physik als mit der Botanik hat. Dessen sollten sich die Herren Physiologen bewusst sein, und deshalb sollten sie nicht dort eingreifen, wo sie sich unmöglich machen.

Es ist sozusagen Mode geworden, alle Pflanzenorgane mikroskopisch zu untersuchen, woraus sich das Vertrauen zu ontogenetischen Erkenntnissen entwickelt hat. Die mikroskopische Untersuchung wird als wissenschaftliche und moderne Vertiefung angesehen, und eine Arbeit, in der nicht wenigstens ein Dutzend verschiedener Zellen abgebildet ist, scheint oberflächlich und minderwertig zu sein. Ich will die Bedeutung des Mikroskops bei botanischen Arbeiten durchaus nicht herabsetzen, da ich sehr wohl weiss und berücksichtige, dass auch die Morphologen und Systematiker das Mikroskop sehr häufig zu Hilfe nehmen müssen, ich bin nur von dem exzentrischen Fanatismus fern, welcher da vermeint, dass die Naturwissenschaften nur vom Mikroskop abhängen. Mit dem Mikroskop kann man die Zellenstruktur der Organe beobachten, aber die phylogenetische Bedeutung muss nach der vergleichenden Methode, bei welcher das ganze, makroskopische Organ zugleich mit der gesamten Pflanze beurteilt wird, abgeschätzt werden. Die durch das makroskopische Studium gewonnenen Erkenntnisse verhalten sich ihrer Bedeutung und ihrem Umfange nach zu den mikroskopischen Erkenntnissen wie 100 : 1. Allerdings ist die Arbeit mit dem Mikroskop viel leichter, denn eine einzige Pflanze allein bietet so viele und mannigfaltige Zellenbilder, dass man damit einen dicken Band »der klassischen, modernen Literatur« anzufüllen imstande

wäre. Und welche Massen von Pflanzen gibt es auf der weiten Welt! Die können noch ein ganzes Jahrtausend hindurch den verschiedenen Dozenten, Doktoranden und seichten Leuten, denen eine grosse wissenschaftliche Karrière winkt, ein dankbares Material zu ihren mikroskopischen Untersuchungen liefern.

Wenn auf die nichtmikroskopischen Studien von oben herabgesehen wird, so ist das wirklich nur ein Fanatismus beschränkter Leute oder wissenschaftlicher Abenteurer. Was für ein Unterschied ist denn zwischen der Beschreibung irgend einer Diatomacee oder eines mikroskopischen Pilzes und der Beschreibung einer grossen, bis zu 2 Kilogr. schweren Hymenomycete oder eines Waldbaumes. Wenn jemand beschreibt, wie sich die mikroskopischen Zellen aus der ersten Initiale segmentieren, ehe sie einen Achsenhöcker bilden, so liegt darin tiefe Wissenschaftlichkeit, aber wenn jemand eine auf dem Balkan neu gefundene Konifere, deren nächste Verwandte auf dem Himalaja oder in Kalifornien wachsen, beschreibt, so ist das nicht wissenschaftlich, weil diese Konifere nicht mit dem Mikroskop beobachtet worden ist Wie einseitig und übertrieben mikroskopische Befunde beurteilt werden, davon führe ich ein Beispiel an der Chalazogamie der Casuarineen (Treub) an, deren Entdeckung die Welt wie ein unerhörtes Wunder durchflog. Treub war sogar geneigt, die Casuarineen als einen neuen Urtypus der Pflanzen zu erklären. Jetzt weiss man, dass diese ganze Chalazogamie nur einer von jenen unzähligen, ähnlichen Fällen bei der Kopulation der Angiospermen, und dass sie insbesondere für die Systematik ganz und gar wertlos ist. Als aber Wieland die Existenz der bewunderungswürdigen Bennettitaceen beleuchtet, als Engler seinerzeit auf die Beziehungen der europäischen Tertiärflora zur Flora von Nordamerika hingewiesen, als Schoute seine grossartige Entdeckung der Verzweigung der Palmen und als ich seinerzeit auf die Prokaulome der Angiospermen und die Verzweigung der Gefässkryptogamen aufmerksam gemacht habe, — blieb dies alles fast unbeachtet, weil es keine mikroskopischen Arbeiten waren.

Die modernen Mikroskopiker vergessen, dass die Grundlagen der wissenschaftlichen Naturforschung von Forschern gelegt worden sind, welche sich bloss der vergleichenden Methode bedienten, und doch wird es wohl niemand geben, der die grosse Bedeutung ihrer Arbeit bestreiten würde. Ich führe in dieser Beziehung bloss die Namen: Linné, Jussieu, Cuvier, De Candolle, Hooker, Barrande, Darwin, Lamarck an.

Die mikroskopische Beobachtung kann für das Verständnis eines Organs wichtig sein, aber als Grundlage zu phylogenetischen Auslegungen wird sie wohl nicht dienlich sein können. Die Mikroskopie ist eine wichtige Begleiterin der Physiologie und ein unentbehrliches Mittel zur Erkenntnis der Kryptogamenwelt, aber für die übrige Botanik, welche doch

den grösseren Teil der ganzen Wissenschaft bildet, spielt sie eine untergeordnete Rolle. In meinem Werke habe ich an zahlreichen Beispielen dargelegt, dass das mikroskopische Detail in keinem Zusammenhange mit dem morphologischen Werte des betreffenden Organs steht.

Es ist nicht lange her, wo ein Physiologe aus Polen den merkwürdigen Ausspruch getan hat, dass sich in nicht allzulanger Zeit nicht nur die Botanik, sondern auch die ganze Naturwissenschaft überhaupt in eine Experimentalwissenschaft verwandeln werde. Ein solcher Ausspruch kann zum Teil auf Leichtsinn, zum Teil auf unzureichendem wissenschaftlichem Überblick beruhen. Die erste und wichtigste wissenschaftliche Methode ist die Beobachtung der Natur selbst. Die Natur führt überall und unaufhörlich Experimente aus, welche man bloss zu verfolgen, zu vergleichen und zu begreifen braucht. Im Laboratorium angestellte Experimente sind eigentlich nur eine Kontrolle der in der Natur gemachten Beobachtungen. Die grosse Mehrzahl der naturwissenschaftlichen Disziplinen hat ihre Arbeiten mittels der beobachtenden und vergleichenden Methode ausgeführt und wird auch in Zukunft bei dieser Methode beharren müssen. Die Chemie und Physik befasst sich allerdings zum grossen Teile mit Experimenten, aber schon die ihnen so nahe stehende Astronomie muss eine bloss beobachtende Wissenschaft bleiben. Und was denn die Geologie, Paläontologie, Zoologie, Geographie, Ethnographie etc. Werden die auch mit ihrem Material experimentieren? Oder werden einmal die Physiologen ihre Experimente an Mastodonten, Machairoden, Mammuten, Pterodaktylen, Kalamiten und Lepidodendren ausführen?

Die Pflanzenphysiologie muss allerdings, insoweit als sie sich mit dem Chemismus und den physischen Eigenschaften der Pflanzen beschäftigt, experimentieren, aber die Anwendung des Experiments in der Morphologie und Phylogenese hat einen sehr illusorischen Wert und ist zumeist auch unmöglich. In der Morphologie mühen sich die Physiologen häufig mit experimentellen Beweisführungen über solche Sachen ab, welche erfahrenen Botanikern aus der Natur schon lange bekannt sind, sowohl ihrer Existenz wie auch ihrer Bedeutung nach. Ausserdem beziehen sich, wie ich schon im letzten Kapitel meines Werkes nachgewiesen habe, die ausgeführten Versuche auf spezielle Fälle, welche nicht verallgemeinert werden dürfen. Wenn ich einen allgemein gültigen Schluss ziehen soll, so muss ich alle Prämissen genau erschöpfen. Ist dies nicht möglich, so muss ich wenigstens trachten, eine möglichst grosse Anzahl dieser Prämissen zu ergründen, was die Wahrscheinlichkeit meiner Schlussfolgerung erhöhen wird. Aber die Durchführung eines einzigen Experiments hat oft gar keine Bedeutung. Die Zoologen haben ihre berüchtigten Versuchskaninchen und Meerschweinchen und in der Botanik kennen die Physiologen nur ihre Versuchsbohnen, Mais, Zwiebeln und Kartoffeln. Ihre biologischen Auseinandersetzungen in betreff der Pilze

begründen sie auf Experimenten mit dem Aspergillus oder einem anderen kleinen Laboratoriumspilz, welches Leben aber Tausende von Hut- und anderen grossen Pilzen in unseren Wäldern führen, davon wissen die Herren gar nichts. Die Natur selbst ist ein grosses Laboratorium, in welchem unsichtbare Hände eine unendliche Menge von Experimenten ausführen, und bedarf es nur eines klaren Blickes und gesunder Sinne, um diese Experimente richtig zu verstehen und Schlüsse über das Wesen der organischen und unorganischen Welt aus ihnen abzuleiten.

Was die verschiedenen Fächer der Botanik anbelangt, so möchte ich gern wissen, wie man die Floristik, Phytogeographie, Phytopaläontologie oder die vergleichende Systematik und die aus ihr hervorgehende Evolutionslehre auf experimentellem Wege zu studieren vermöchte. Die Herren Physiologen werden doch hoffentlich zugeben, dass diese Wissenschaften auch existieren und dass sie für die Erkenntnis des Menschen und das praktische Leben doch auch eine Bedeutung haben. Und da möchte ich gern wissen, wie ein Physiolog durch ein Experiment imstande wäre zu beweisen, dass die Gattung Lemna der Gattung Arum nahe verwandt ist, oder welche Vegetation Europa in der Tertiärzeit gehabt hat.

Die vergleichende Morphologie sammelt ihr wissenschaftliches Material aus der Systematik, Floristik, Phytogeographie, Phytopaläontologie und Geologie, ordnet das gesammelte Material und zieht dann daraus ihre Konklusionen, welche die Grundlagen der Evolutionstheorien bilden. Wenn die Morphologie lehrt, wie dieses oder jenes Organ oder eine aus Organen zusammengesetzte Pflanze im Verlaufe der geologischen Zeiten der Veränderung unterlag, ehe sie die Gestalt erlangte, in der sie sich uns jetzt zeigt, so ist das ein phylogenetisches Studium, und ist dieses wiederum die objektiv ausgeübte Evolutionstheorie. Die aus der Morphologie und Systematik geschöpften Erkenntnisse zeichnen sich gegenüber den von Philosophen und Physiologen tradierten Evolutionen durch ihre Sachlichkeit und Konkretheit aus. Wenn der Systematiker die verwandtschaftlichen Beziehungen verschiedener lebender Familien und Gattungen abschätzt und wenn er dabei auf ihre Vorfahren in geologischen Zeiten Rücksicht nimmt, so ist das sicherlich keine langweilige systematische Beschreibung, sondern eine Evolutionsstudie an konkreten Beispielen. Das natürliche Pflanzensystem ist die in die Praxis umgesetzte Evolutionstheorie.

Die vergleichende Morphologie lehrt, wie sich die kryptogame und phanerogame Pflanzenwelt aus den ursprünglichen organischen Protisten auf der Erde im Verlaufe der Zeitalter entwickelt hat. Wenn die Morphologie zeigt, wie z. B. das erste Blatt sich als Sporogon der Moose entwickelt hat, und wie bei den Farnen mehrere solche Sporogone allmählich die beblätterte Achse zusammenstellen, wie bei den Phanerogamen diese

Gliederung allmählich verschwindet und die Achse als selbständiges Organ sich differenziert, wie sich dieses Blatt bei den Angiospermen einem Proteus gleich unter biologischen und Kopulationseinflüssen verändert — so sind das wahrlich keine Phantasien, wie die Physiologen behaupten, und ist es auch keineswegs gleichgültig und überflüssig, wenn konstatiert wird, ob irgend ein Organ einen Blatt- oder Trichomursprung hat. Wer die Bedeutung dieser Studien nicht erfasst, der hat überhaupt kein Recht, über die Pflanzenevolution zu sprechen. Goebel sagt, dass man die Organe so zu beurteilen habe, wie sie sind, und dass man sich nicht darum bekümmern solle, woraus sie entstanden sind. Dies involviert aber die Leugnung der Existenz der pflanzlichen Evolution. Mit Goebel würden wir in das Mittelalter zurückkehren, wo man geglaubt hat, dass alles so existiert, wie es Gott einmal geschaffen hat. Nach Goebel dürfen wir nichts vergleichen, sondern bloss konstatieren, dass ein Organ da ist, sein inneres Gewebe und die Entstehung desselben beim ersten Aufwachsen untersuchen und beurteilen, welchem Zwecke dieses Organ dienlich ist. Damit soll die wissenschaftliche Seite der Organe und hiemit auch der ganzen Pflanze erschöpft sein. Und das soll nach Goebel eine moderne Wissenschaft sein!

Wenn die Morphologie auf der vergleichenden Methode beruht, so ist es natürlich, dass derjenige, der ein grosses Vergleichsmaterial beherrscht, viel besser arbeiten und zu besseren Resultaten gelangen kann als derjenige, der nur wenig Erfahrungen besitzt. Es kann daher nur derjenige die Morphologie mit Erfolg betreiben und sie überhaupt begreifen, wer eine reiche und allseitige botanische Vorbildung hat, denn wenn ich vergleichen will, so muss mir ja doch das, was verglichen werden soll, zur Verfügung stehen. Ausserdem greifen die morphologisch-phylogenetischen Fragen häufig in andere botanische Gebiete, ja selbst in andere Naturwissenschaften hinüber, so dass der Pflanzenmorpholog notwendigerweise einen möglichst weiten wissenschaftlichen Horizont zu überblicken imstande sein muss. Diese schwierige Vorbildung, das dazu erforderliche Talent und ein ausdauernder Fleiss — das sind freilich grosse Erfordernisse für das Studium der Morphologie. Deshalb gibt es auch nur wenige solcher, welche die Morphologie überhaupt zu begreifen, und noch weniger derjenigen, welche auf diesem Gebiete mit Erfolg zu arbeiten vermögen. In diesem Sinne haben auch Nägeli, Čelakovský, A. Braun u. a. sich schon längst ausgesprochen. Der Physiolog und Anatom arbeitet viel leichter. Jener beschreibt einfach das vollführte Experiment, fasst darüber ein ganzes Protokoll ab und leitet daraus schliesslich irgend eine, ob nun wahrscheinliche oder unmögliche Deduktion ab und die umfangreiche Arbeit ist fertig. Um den Zusammenhang seiner Beobachtungen kümmert er sich nicht und ebensowenig darum, ob die Sache neu oder schon bekannt ist. Wenn schon jemand anderer ein ähnliches Experiment

gemacht hat, so erklärt er ernsthaft, dass seine Experimente jene des betreffenden Autors bestätigen. Der Anatom beschreibt ruhig alle möglichen Details der Zelle, ob nun diese Beschreibung irgend eine Bedeutung hat oder nicht. So können also von wem immer, ja auch von jemand, der Botanik überhaupt nicht studiert hat, ohne alle Vorbereitung ähnliche Arbeiten fabriziert werden. Deshalb sehen wir, dass alle Welt sich auf anatomische und physiologische Arbeiten stürzt, denn hier kann man mit leichter Mühe Erfolge erringen und Karrière machen. Selbstverständlich sind dergleichen, wenn auch ganz bedeutungslose Arbeiten allerwärts gesucht, und so wird diese »leichte Botanik« modern und wird die eigentliche Botanik in den Hintergrund gedrängt.

Jedermann kann sich überzeugen, dass es der wertvollen physiologischen Arbeiten auf chemischer Grundlage sehr wenige gibt und noch weniger Arbeiter auf diesem Felde, denn auch hier bedarf es anstrengender chemischer Vorbildung, eines scharfsinnigen Geistes und einer mühseligen Laboratoriumsprozedur. Und das Resultat lässt sich wie in der Mathematik auf einigen Seiten niederschreiben. Die ernsten Physiologen dieser Richtung sollten selber einmal eine Reinigung ihrer Wissenschaft vornehmen und durch schonungslose Kritik die physiologischen Abenteurer, welche alle Jahre ein dickes, nach Form und Inhalt zusammengeflicktes Buch, aus dem sofort zu ersehen ist, dass dessen Autor weder in botanischer noch in physiologischer Beziehung die erforderliche Vorbildung hat und dass er sich für einen modernen Pflanzenphysiologen ausgibt, erscheinen lassen, aus dem Tempel hinaustreiben.

Solche Physiologen waren es auch, welche, um die Unmöglichkeit der Morphologie zu beweisen, den Morphologen schon zu wiederholten Malen vorgeworfen haben, dass sie ein und dasselbe Organ in mehrfach verschiedener Weise auslegen, dass demnach die Morphologie eine auf sehr schwankender Grundlage beruhende Wissenschaft sei. Die Entgegnung auf diesen Vorwurf ist leicht. In allen Wissenschaften gibt es Streitfragen, welche von den Forschern in verschiedener Weise beantwortet werden, bevor die richtige Lösung gefunden wird oder die allgemeine Anerkennung und Bestätigung einer bereits gefundenen Auslegung erfolgt. In dieser Beziehung gibt es bezüglich der physiologischen Streitfragen noch mehr Zerfahrenheit. Ja, es geschieht auch, dass die Lösung eines anscheinend schon definitiv abgetanen Problems sich infolge neuer Beobachtungen als unrichtig herausstellt. Dessen, was die Forscher genau und sicher wissen, ist wahrlich nicht viel. Und dass die Ansichten der Botaniker in morphologischen Dingen so häufig auseinandergehen, ist sehr begreiflich, weil die Morphologie keine leichte Wissenschaft ist, weshalb auch unfähige oder nicht gehörig vorbereitete Leute sich mit derselben gar nicht befassen sollten. Wer sich in die Morphologie vertieft, der unterscheidet bald eine richtige Auslegung von einer unrichtigen. Ich bin

auch überzeugt, dass, wenn die Bedeutung der Morphologie rehabilitiert werden würde, auch die jetzt so häufig tradierten morphologischen Unsinne aus der Botanik verschwinden würden. Es würde dann eine reine Auswahl wahrer und richtiger morphologischer Erkenntnisse in einem Gesamtbilde zur Stabilisierung gelangen und die genaue Kenntnis dieser grundlegenden Erkenntnisse als erste Bedingung der Bildung eines jeden Botanikers welcher Branche immer hingestellt werden. Wer sich darüber nicht klar geworden ist, dem kommt es am Ende vor, dass die ganze Morphologie nur aus lauter verworrenen Begriffen zusammengesetzt sei. In meinem Werke ist alles zusammenhängend, nirgends befindet sich etwas in einem Widerspruch und das Ganze stellt ein sehr einfaches und klares Bild dar.

Das grösste Hindernis für das Verständnis der morphologischen Einheit bildet der aprioristische Glaube an Dogmen und Axiome. Wenn jemand z. B. a priori als Axiom hinstellt, dass die Höckerchen in der Jugend über die morphologische Bedeutung des Organs entscheiden müssen, welches aus ihm aufwächst, oder wenn jemand das Axiom aufstellt, dass die anatomische Zusammensetzung des Organs der morphologischen Bedeutung desselben entsprechen müsse, dann wird er allerdings nur lauter Konfusionen und Unverträglichkeiten begegnen, welche zu der Ansicht hinführen müssen, dass die Morphologie eine unmögliche Wissenschaft sei. Jedwede Wissenschaft, welche auf falschen Axiomen aufgebaut ist, muss schliesslich Schiffbruch erleiden.

Dass die botanische Morphologie in der Gegenwart so in den Hintergrund gedrängt worden ist, hat aber noch andere Ursachen. Es ergeht auch anderen Wissenschaften so. Das wissenschaftliche Streben wird gegenwärtig dadurch entwertet, dass die Wissenschaft zu einem Mittel, Karrière zu machen und sich praktisch gut zu versorgen, degradiert worden ist. Einst haben sich die Menschen der Wissenschaft zuliebe aufgeopfert, heutzutage wird die Wissenschaft Menschen zum Opfer gebracht, welche gut versorgt sein und sich in der Öffentlichkeit blicken lassen wollen. Darüber, wie jetzt Universitätsprofessoren und Mitglieder von Akademien fabriziert werden, wie man ein berühmter, von der ganzen Welt anerkannter Gelehrter werden kann, darüber liessen sich Lustspiele und Tragödien schreiben. Der Büchermarkt wird mit Riesenmengen von gelehrten Büchern überschwemmt, aber in diesem Meere bedruckten Papiers erblickt man fast gar keine Schrift mit goldenen Buchstaben, welche von einem ehrlichen, ernsthaften und in wahrer Gelehrsamkeit schwelgenden Manne der Wissenschaft herrührt. Neun Zehntel der wissenschaftlichen Literatur sind für den Buchhandel oder für die Reklame oder schliesslich für die Karrière des Autors berechnet. Am ärgsten ergeht es hiebei dem jungen Anfänger, welcher, von wissenschaftlichen Idealen beseelt, mit noch unbeflecktem Charakter an irgend eine Wissenschaft

herantritt. Die Referate und die literarischen Reklamen in den Fach- und Tageszeitschriften lobpreisen und empfehlen in der Regel den ärgsten Schund, während gute Arbeiten verlästert oder totgeschwiegen werden. Wornach soll nun der junge Anfänger erkennen, an welche Lehrbücher oder Kompendien er sich halten soll? Wenn er zufällig einen guten Lehrer hat, so werden sich ihm bald die Augen öffnen, aber wenn dies nicht der Fall ist, so tappt er in der Ungewissheit und Finsternis herum, gerät auf Abwege oder vertrödelt Jahre, bevor er die Wahrheit kennen lernt.

Was heutzutage die Rezensenten und Verfasser von Reklamen in der literarischen Welt treiben, das übersteigt wirklich schon alle Grenzen. Mit Entsetzen muss der ältere, ernste Forscher selbst in den angesehensten wissenschaftlichen Zeitschriften lesen, dass gänzlich wertlose, ja von Fehlern wimmelnde Arbeiten als epochale Phänomene gepriesen und anempfohlen werden. Heutzutage werden die Referate nicht aus wahrer wissenschaftlicher Überzeugung, sondern aus persönlichen, nationalen, politischen und parteilichen Motiven geschrieben. Was die Botanik anbelangt, so muss ich offen sagen, dass in keinem Lande und in keiner Sprache ein Organ existiert, welches vollkommen objektive und von ernstem Geiste geleitete Referate bringen würde. Dieses Übel neben den schon kurz angedeuteten anderweitigen Momenten führt zur wissenschaftlichen Korruption und zum Verfalle der theoretischen Wissenschaften. Gegenwärtig blühen und okkupieren alles bloss die praktischen Wissenschaften, so z. B. die Chemie, Physik, Technik aller Art, die praktische Medizin etc., weil in diesen Wissenschaften nicht geschwindelt werden kann. Und in der Botanik geht in dieser Beziehung die an die rationelle Ökonomie applizierte chemische Physiologie der mächtigsten Entwicklung entgegen.

Mein ganzes Werk ist aus Liebe zur Wissenschaft und mit grossen materiellen Opfern, die ich deshalb gebracht habe, zustande gekommen, einzig und allein zum Zwecke der objektiven Konstatierung der Wahrheit, und die schönste Belohnung dafür wäre es mir, wenn ich sehen würde, dass es von Arbeitern auf dem Gebiete der Botanik fleissig benützt werde und manchem als Ausgangspunkt zu Detailstudien dienlich sein wird. Es ist ja doch in jedem Kapitel eine bedeutende Anzahl bisher ungelöster Fragen angeführt, so dass meine Arbeit als der Anfang der in der Zukunft sich entwickelnden Morphologie angesehen werden kann. Wenn ich mit meiner Arbeit praktische Zwecke verfolgt hätte, so würde ich mich ja doch gewiss mit meinen Ansichten in so vielen Fällen, welche notwendigerweise Widerspruch und Unwillen erwecken mussten, nicht exponiert haben und hätte ich lieber getrachtet, lobende Referate und warme Empfehlungen der Herren Redakteure und anerkannter Kapazitäten zu ergattern. Auf diesem Wege hätte ich viel eher Anerkennung und Rekommandationen erlangt, aber dann hätte ich allerdings nicht frei und offen sprechen dürfen. Mir ist es nun gleichgültig, was die Referenten

über mein Werk schon geschrieben haben und noch schreiben werden. Sie haben schon gesagt, dass keine Literatur in demselben angeführt ist, dass darin die Morphologie der Pilze fehlt, dass eine Menge von Zwiebeln und Knollen darin ausgelassen ist, dass meine Auseinandersetzungen häufig einseitig sind, dass mein Werk veraltet und unmodern ist, dass ich sogar von Goethe anfange, dass ich Verstorbene ausgrabe, dass ich zu viel polemisiere, dass meine Ansichten auf blosser Phantasie beruhen, dass mein Werk sich mit einer unmöglichen, gar nicht existierenden Wissenschaft abgibt etc.

Alle diese Herren Rezensenten versichere ich, dass die Wahrheit durch ihre oberflächliche Kritik nicht umgestossen werden wird, und dass jeder Satz meines Werkes gut erwogen worden ist, bevor er niedergeschrieben wurde.

Kurz und gut, mein Werk ist bei den Herren Referenten in Österreich und Deutschland vollständig durchgefallen, was ihm aber gerade zur Empfehlung dient und den Beweis liefert, dass es weder dem Geschäfte noch auch der wissenschaftlichen Reklame zuliebe geschrieben und veröffentlicht worden ist.

Zum Schlusse erfülle ich eine angenehme Pflicht, indem ich allen denjenigen Dank sage, welche mir durch Zusendung von Pflanzen, Samen, Früchten, namentlich aus den tropischen Ländern — oder auch sonst in anderer Weise ihre wertvolle Unterstützung geliehen haben. Es sind dies insbesondere die Herren: M. Treub (Buitenzorg auf der Insel Java), H. Bolus und H. W. Pearson (Cape-Town in Südafrika), K. Domin (Queensland, Java, Ceylon), J. Uzel (Ceylon), A. T. Gage (Calcutta), J. Huber (Parà in Brasilien), M. Raciborski (Dublany in Galizien), W. Trelease (St. Louis in N.-Amerika), J. H. Maiden (Sydney in Australien), A. Musil (Arabien), R. Pirotta (Rom), J. W. Moll (Groningen), C. Koningsberger (Buitenzorg).

PRAG, den 31. Dezember 1912.

J. Velenovský.

Allgemeine Einleitung.

S. 4, Z. 4.*) Zum Worte »Goethe« füge unter der Linie folgende Bemerkungen hinzu:

Neulich hat Hansen eine ganze Monographie veröffentlicht, in der guten Absicht, die Verdienste Goethes um die wissenschaftliche Pflanzenmorphologie zu würdigen. Wenn wir auch anerkennen müssen, dass diese Arbeit einen grossen Fleiss an den Tag legt und von dem Verfasser die Leistungen der gleichzeitigen Autoren gewissenhaft untersucht wurden, um klar zu stellen, wie viel Goethe von denselben übernommen hat, so können wir doch dem Standpunkte Hansens, von welchem aus er die Verdienste Goethes zu beleuchten sich bemüht, nicht beipflichten, da wir überzeugt sind, dass Goethe selbst, wenn er zu sprechen vermöchte, mit Hansens Auseinandersetzungen wenig zufrieden wäre. Wer die Ideen Goethes studiert hat, kann nicht im Zweifel sein, dass dieselben sich mit den Ideen der vergleichenden oder phylogenetischen Morphologie in derselben Weise decken, wie sie z. B. in unserem Werke dargelegt werden. Wenn aber Hansen beweisen will, dass Goebel die Lehre Goethes am besten begriffen habe, und dass Goebels verrückte »Morphologie« die Folge von Goethes Lehre sei, so ist das ein grosser Irrtum und eine beklagenswerte Konfusion. Goebel kann als Nachfolger Goethes nicht angesehen werden, da er alle Morphologie leugnet und keine Metamorphose anerkennt, indem er die Organe so ansieht, wie sie sind, und jederzeit bereit ist, alles, was er nicht begreift, für Organe »sui generis« zu erklären. Goebel ist die förmliche Negation Goethes. Die Metamorphosenlehre Goethes ist ja die Grundlage

*) S. 18, Z. 8, n. A. bedeutet: Seite 18, Zeile 8, neuer Absatz. S. 4, Z. 20 bedeutet, dass auf der Zeile 20 nach dem Punkte das Neuangeführte einzuschalten ist. S. 60, Z. 7, n. d. W. »Oedogonium« bedeutet, dass auf der Zeile 7 nach dem Worte »Oedogonium« das Neuangeführte einzuschalten ist.

der vergleichenden Morphologie und kann mit dem Standpunkte Goebels, demzufolge die Organe so aufzufassen seien, wie wir sie erblicken, nicht in Einklang gebracht werden.

Hansen weiss zwar auch Zitate aus Goebels Organographie für die Anerkennung Goethes anzuführen, dazu wäre aber zu bemerken, dass Goebel überall unkonsequent ist, und dass seine Organographie aus zerrissenen, bunten und nicht zusammenhängenden Stücken zusammengeklebt ist, weshalb auch von einer logischen und einheitlichen Idee dabei keine Rede sein kann. Unzähligesmal verwirft Goebel die Morphologie, was ihn aber immerhin nicht hindert, an anderen Stellen selbst die vergleichende Morphologie fleissig zu benützen und aus derselben Schlüsse zu ziehen. Seine konfusen Ansichten über die Pflanzenmorphologie hat Hansen von Goebel übernommen. Wir sind überzeugt, dass, wenn Hansen ein anderes morphologisches Werk als dasjenige Goebels studiert hätte, er eine ganz andere und bessere Vorbereitung für die Beurteilung Goethes erlangt haben würde. Als Beleg für das bereits Gesagte führen wir einige Beispiele der unlogischen Ausführungen Hansens an. Die durch künstliche Kultur hervorgerufenen Abnormitäten (»experimentelle Morphologie«) sind nach Hansen direkte Beweise für die morphologische Deutung der Organe. Wenn aber derartige Abnormitäten in der Natur, ohne Kultur, erscheinen, so sind sie als sinnlose Monstrositäten zu verwerfen. Oder vergleiche die Logik auf S. 36, Z. 1—4, S. 41, S. 42, Z. 5—8, S. 43, Z. 23—26, S. 47, Z. 33—36, S. 48, Z. 5, S. 54, Z. 9—11.

Zuerst sagt Hansen, dass Goethe für seine Behauptung, alle Blütenteile seien umgeänderte Blätter, direkte Beweise nicht bieten konnte, dies habe erst die neuere Zeit durch die mikroskopische Untersuchung der Blütenhöcker in der Jugend geleistet. Der Leser erwartet nun neugierig, wie und wo diese mikroskopischen Beweise geboten worden sind, da man doch weiss, dass alle Blütenhöcker gleich sind und über die morphologische Natur der Blütenorgane gar nichts zu sagen vermögen. Selbstverständlich findet man die angekündigten Beweise in der Darlegung Hansens nirgends, denn Hansen selbst erkennt schliesslich an, dass alle Jugendhöcker von indifferenter Natur sind, und gibt zu, dass man zum Vergleich mit fertigen Organen zu gefüllten, durchwachsenen und vergrünten Blüten greifen muss, obwohl er die Teratologie als wissenschaftliche Methode bekämpft.

Es ist nicht wahr, dass Goethe die Abnormitäten nicht anerkannte. Gerade im Gegenteil hat er sie mit Nachdruck zur Beweisführung gebraucht, sie als atavistische Erscheinungen angesehen und dieselben richtig von den pathogenen Zuständen unterschieden.

Goethes Bestreben war, alle Pflanzenorgane auf eine einzige Einheit zurückzuführen, und diese Einheit erblickte er in dem Blatt. Wenn wir daher in unserem Werke die Anaphytentheorie bei den Phanerogamen annehmen und dieselbe auf die Gefässkryptogamen und Moose applizieren, so bauen wir auf der guten Theorie Goethes und ziehen wir daraus alle Schlussfolgerungen.

Darin wollen wir Hansen beistimmen, dass Čelakovský mit Unrecht die Ansichten Goethes als akzeptierte Anschauungen der gleichzeitigen Botaniker betrachtete. Goethes wundervoller Genius durchdrang mit klarem Auge jedwede wissenschaftliche Frage und ging mit seinen Schlüssen seinen Zeitgenossen um ein ganzes Jahrhundert voran. Von diesen hat er wahrscheinlich etwas von den Streitfragen gehört, die Lösung derselben hat er jedoch allein und selbständig gefunden. Wenn Goethe sein Leben der Botanik gewidmet hätte, so würde diese Wissenschaft heutzutage auf einer höheren Stufe stehen, als es eben der Fall ist, und gewiss wären dann auch derartige Konfusionswerke, wie dasjenige Goebels, unmöglich. Goethe hat, was den Umfang anbelangt, in der Botanik nur wenig geleistet, aber das, was er geleistet hat, sind lauter feste Grundsteine, auf denen der Bau der fernsten Zukunft noch beruhen wird.

S. 18, Z. 8, n. A. Wenn eine Perenne irgend eine morphologische Abnormität erzeugt, so kommt diese Abnormität alljährlich regelmässig zum Vorschein. So betrachtete ich 10 Stöcke von *Dictamnus albus* L. in unserem Garten, welche 11 Jahre hindurch nur schön vergrünte und teilweise durchgewachsene Blüten entwickelten und dabei in jeder Beziehung sich als gesund erwiesen. Wären sie mit einer Krankheit behaftet gewesen, so hätten sie natürlich im Verlaufe von so vielen Jahren zugrunde gehen müssen. Es ist demzufolge durchaus unrichtig, nach dem Vorgange Goebels derartige Rückschlagsabnormitäten für pathogene Erscheinungen zu erklären.

S. 21, Z. 20. Diese Kategorie wird neuerdings allgemein mit dem Terminus »Variationen« belegt.

I. Die Morphologie der Kryptogamen.

A. Thallophyten (Lagerpflanzen).

S. 44, Z. 35, n. A. Auch die hoch organisierten Pilze (Hymenomycetes, Pyrenomycetes) zeigen keine Sonderung in morphologische Organe, oder, wenn derartige Organe vorhanden sind, so ergeben sich dieselben als blosse Adaptationen zu biologischen Zwecken; eine phylogenetische Bedeutung kommt ihnen nicht zu. Die Flechten, so namentlich die Cladoniaceen, zeigen eine Sonderung in blattartige Flachformen und in senkrechte, mannigfaltig ausgestaltete Gebilde (Podetien), welche ursprünglich als Fruchtstiele zum Vorschein gelangten, alsdann aber sich als vegetativer Thalluskörper stabilisierten (Clad. rangiferina). In diesen bizarren Thallusformen können wir zwar die sonderbare Gestaltung bewundern, aber irgend einen phylogenetischen Zusammenhang mit den Muscineen oder den Gefässkryptogamen herauszufinden, wäre hier ganz unmöglich. Die eingeschlossenen grünen Algen üben auf die morphologische Ausgestaltung der Flechten keinen Einfluss aus. Es sind eingeschlossene Sklaven des Pilzes, welcher in jeder Beziehung den Pyrenomyceten gleichkommt. Der Umstand, dass die hoch organisierten Pilze (Ascomycetes, Hymenomycetes) die geschlechtliche Fortpflanzung zum grössten Teile eingebüsst haben und ihre Sporenfrüchte auf ungeschlechtlichem Wege erzeugen, weist darauf hin, dass sie eines genealogischen Emporsteigens unfähig sind. Die Flechten, welche gewiss die morphologisch am höchsten stehenden Pilze darstellen, sind z. B. aus den geschlechtlichen Pilztypen hervorgegangen, haben aber im Verlaufe der Zeit die Geschlechtlichkeit verloren (Stahl).

Aus alledem ergibt sich nun die Schlussfolgerung, dass sämtliche Pilze ein für sich abgeschlossenes und eigenartig ausgeartetes Pflanzenreich darstellen, welches mit dem übrigen grünen Pflanzen-

reiche keine phylogenetische Anknüpfungspunkte hat, obwohl es biologisch eine sehr grosse Rolle in der organischen Natur spielt.

Vom morphologischen Standpunkte ist wohl beachtenswert, dass die Mycelien der Pyrenomyceten, der Hymenomyceten u. s. w. eigentlich die Pilzart in ihrer vegetativen Form vorstellen, denn die bekannten oberirdischen Pilze (Agaricus, Boletus u. a.) sind bloss Fruchtorgane, welche nur kurze Zeit leben, während das Mycelium sogar jahrelang zu vegetieren vermag. Diese Mycelien sind nun so einfach und monoton hyphenartig ausgebildet, dass man in denselben einzelne Arten und Gattungen schwerlich unterscheidet. Die morphologische Differenzierung findet lediglich in dem derzeitigen Fruchtkörper statt, welcher die sonderbarsten Formen annimmt und nicht selten in feurigen Farben prangen kann. Dieses Fruchtstadium erinnert sehr an die Fruchtorgane der Angiospermen — die Blüten (Fig. 1). Die anmutigen Formen und schönen Farben sind beiden gemeinschaftlich. Hiebei kommt noch der Umstand in Erwägung, dass der schöne Hutpilz sich lediglich als ungeschlechtliches Produkt erweist. Diese morphologisch-biologische Vergleichung verleiht uns eine Aussicht auf das Verständnis der Wesenheit der Angiospermenblüte überhaupt. Die Erzeugung der Basidio- und Ascosporen scheint mit der morphologischen Ausbildung des Fruchtpilzes in Verbindung zu sein, denn wir sehen allemal, dass in dem Falle, wenn diese



Fig. 1. **Pholliota mutabilis Schaeff. Gruppe von Fruchtkörpern am modernden Laubholze (Original.)**

Sporenerzeugung ausbleibt, der Fruchtkörper mehr oder weniger verkümmert. Ein Beispiel hiezu kann die abgebildete *Nyctalis lycoperdioides* Bull. (Fig. 2) abgeben, welche am abgestorbenen Hutpilze von Russula adusta vegetiert und zugleich keine Basidiosporen entwickelt, zum Ersatze dafür aber auf der Hutoberfläche eine Unmasse von Chlamydosporen erzeugt. Der Fruchtkörper verkümmert indessen zu einem kugeligen, unten fast lamellenlosen Gebilde. Sehr auffallend ist diese Sache bei einigen Pyrenomyceten, wo das Fruchtstadium einen morphologisch ausgegliederten Körper aufbaut, während das vegetative, bloss Gonidien erzeugende Stadium die einfachen Formen der Hyphenbildungen vorstellen (Claviceps u. a.).



Fig. 2. Nyctalis lycoperdioides Bull. parasitisch auf abgestorbener Russula adusta. (Original.)

Noch ein Moment aus dem Pilzleben wäre hier zu erwähnen. Obwohl bei den Hymenomyceten die geschlechtliche Kopulation ausbleibt und demzufolge die Hybridation unmöglich wird, so finden wir doch bei manchen Arten auffallende Formen, welche durch die Symbiose des Myceliums mit den Wurzeln der Phanerogamen, in den meisten Fällen der Waldbäume, bedingt werden. Die Schwämmesammler kennen im Sommer gut die Varietäten des *Boletus edulis*, welche unter den Kiefern, im Fichtenwald und im Laubwald wachsen. Ebenso die zwei auffallenden Varietäten von *Lactarius deliciosus* unter der Fichte und unter der Kiefer. Die als gut anerkannten Arten *Boletus versipellis* Fr., *B. rufus* Schaef., *B. scaber* Bull., *B. rugosus* Fr. und *B. Velenovskýi* Smotl. sind gewiss bloss unter der symbiotischen Einwirkung durch lange Perioden aus einer einzigen Art hervorgegangen. Es sind sogenannte »biologische Arten«, welche auch bei den parasitischen Uredineen wiederkehren. Aus diesen Beispielen ist nun klar, dass lediglich die Beschaffenheit des Nährstoffs morphologische Sonderungen des Pflanzenkörpers hervorrufen kann. Den Floristen ist diese Erscheinung auch bei den Blütenpflanzen schon längst bekannt, insbesondere werden die Varietäten einer Art unterschieden, welche Kalk- und Kieselböden bewohnen. Die auffallendsten Belege hiefür geben *Viola calaminaria* Lej. und *Thlaspi calaminarium* Lej., welche für den Galmeiboden so charakteristisch sind, dass sie als Wegweiser für das Auffinden des Zinkerzes dienen

können. Die Art der Ernährung der Pflanze macht also auch ein Evolutionsprinzip aus. Diese Erkenntnis findet ihre volle Gültigkeit auch bei den Bakterien, welche in verschiedenen Medien sich morphologisch verschieden ausgestalten. Die parasitischen Angiospermen erleiden ebenfalls eine morphologische Umgestaltung je nach dem, ob ihnen diese oder jene Nährpflanze als Substrat dienlich ist (Viscum album auf Kiefern und Tannen, die Varietäten der Cuscuta Epithymum).



Fig. 3. Beispiele der **Laboulbeniaceen**: *A*, *B*, *C*) **Stigmatomyces Baeri** Peyr., *D*) **Dimorphomyces muticus** Thax., *E*) **Ceratomyces mirabilis** Thax. *p*) Perithecium, *m*) Thallus, *a*) Antheridien, *t*) Trichogyn mit Sporen, *s*) Ascogon, *n*) Basalzellen des Ascogons, *i*) Asci, innen mit Sporen. (Nach Thaxter.)

Stellen uns sämtliche Pilze eine übereinstimmende Gleichheit in dem Thallusaufbau vermittels des Hyphengeflechts vor, welches hier als Baumaterial dient, so muss uns eine merkwürdige Ausnahme von dieser Regel überraschen, welche uns die Pilzfamilie der Laboulbeniaceen (Fig. 3) darstellt. Es sind dies winzige, parasitisch an verschiedenen Insekten, vorzugsweise an den Käfern lebende Pilze, insbesondere in wärmeren Ländern, wahrscheinlich auf allen Kontinenten. Sie sind indessen noch wenig bekannt und gesammelt, so dass erst in der Zukunft ein besseres Verständnis

ihrer Organisation zu erwarten sein dürfte. Die amerikanischen Arten hat Thaxter lehrreich behandelt.

Der Thallus dieser Pilze ist mannigfaltig geformt und steckt nur vermittels der unteren Spitze im Chitin des Käfers, so dass in einigen Fällen das Tier vom Pilze keinen namhaften Schaden erleidet. Die Befestigungsspitze pflegt schwarz gefärbt zu sein. Der Thalluskörper ist aus zahlreichen Zellen in verschiedener Anordnung und in mehreren oder wenigeren Schichten zusammengesetzt. Von etwaigen gegliederten, lang gezogenen Hyphen ist hier keine Spur. Am Thallus sind allerlei hornartige oder wimperige Anhängsel wahrzunehmen, so dass die äussere Gestalt selbst gewissermassen an eine Insektenform erinnert.

Der Pilz ist ein- oder zweihäusig. Das männliche Organ (Antheridium) ist flaschenförmig (*D*, *A*) und erzeugt aus den Innenzellen zahlreiche Sporen, welche alsdann herausfallen und durch den Wind auf das Trichogyn des weiblichen Apparats (Perithecium) geraten (*A*). Das Trichogyn besteht aus einer verlängerten Zelle, trägt den Befruchtungseinfluss auf die Innenzelle im Perithecium, verwest aber und verschwindet nach der Kopulation. Aus den angelegten Ascogonzellen (*s*) entwickeln sich nun mehrere schlauchförmige Asci (*i*), in welchen zuletzt zweizellige Sporen erscheinen, die schliesslich aus dem geöffneten Perithecium hervortreten, sich in die Luft verstäuben und, wenn sie auf ein Insekt gelangen, direkt zu einer neuen Pflanze aufkeimen.

Wir haben hier eine vollkommen geschlechtliche Kopulation, und zwar in der Weise, wie wir dieselbe bei einigen Rotalgen beobachtet haben. Wenn die Laboulbenien rot wären und im Meere lebten, würde man sie ohne weiteres für Rotalgen halten. Die deutlichen Asci erinnern indessen an die Ascomyceten, zunächst vielleicht aus der Verwandtschaft der Pyrenomyceten. Die Abstammung dieser Pflänzchen verbleibt immerhin dunkel und ich möchte glauben, dass sie vielmehr einen durch den Parasitismus degenerierten und veränderten Typus von hochorganisierten Algen oder überhaupt eines kryptogamischen Thallophyts darstellen. Es ist wohl bekannt, dass sogar die Phanerogamen durch parasitische Lebensweise in der Organisation in so hohem Grade zurückschreiten, dass in denselben ihre ursprüngliche Abstammung nicht mehr zu erkennen ist. Die vollkommen entwickelte geschlechtliche Kopulation bei gänzlichem Fehlen der ungeschlechtlichen Sporen weist gewiss auf die hohe systematisch-phylogenetische Stellung der Laboulbenien hin. Diese Verwandtschaft dürfte immerhin nicht in dem Bereiche der Characeen oder der Muscineen gesucht werden, da hier allgemein die beweglichen und bewimperten Spermatozoiden vorkommen. Diese Eigen-

schaft, sowie das auffallende Trichogyn verweist entweder auf die Ascomyceten oder Rotalgen. Es ist ja bekannt (Stahl), dass auch bei den Flechten ursprünglich ein Trichogyn und geschlechtlich befruchtetes Ascogon vorhanden war, welches späterhin aber durch Apogamie verkümmerte oder gänzlich abortierte. Es ist eben auffallend, dass die Ascomyceten die geschlechtliche Fortpflanzung fast allgemein eingebüsst haben, während die Laboulbenien durch ausschliesslich geschlechtliche Fortpflanzung ausgezeichnet sind.

S. 60, Z. 7, n d. W. »Oedogonium«: und bei einigen Zygnemaceen.

S. 64, Z. 18. Manche Collybien (C. tuberosa, stolonifera, longipes, radicata) entwickeln rundliche, bis 1 *cm* im Durchmesser habende grosse,



Fig. 4. **Marasmius androsaceus** L. Entwickelte Fruchtkörper auf einer Tannennadel, mit rosshaarartiger Rhizomorpha setiformis Roth. **Collybia tuberosa** Quel. Fruchtkörper aus dem knolligen Sclerotium emporwachsend, zweimal vergr. (Original).

solide, an der Oberfläche glatte Sklerotien (Fig. 4) oder rhizomartige, unterirdische Gebilde, welche lange Zeit ausruhen können, um bei günstigem Wetter wiederum in gestielte Hutkörper aufzukeimen. *Marasmius androsaceus* (Fig. 4) treibt rosshaarartige, sehr lange, braune Fäden, welche aus den abgefallenen Blattnadeln im schattigen Walde hervorwachsen (Rhizomorpha setiformis Roth), und aus denen zuletzt lang gestielte, bräunliche Hutpilze emporspriessen. Die Sklerotien der Pilze aus allerlei Verwandtschaft stellen zuweilen das ausdauernde und vegetative Stadium vor, aus welchem nur gelegentlich der Fruchtkörper hervorgehen kann. Manchmal erreichen derartige Sklerotien bis Kopfgrösse. So wächst an Baumstöcken in Australien

Mylitta australis Berk. in Form grosser, grauer, innen weisser Kugeln, welche, verschieden vorgerichtet, von den Eingeborenen gegessen werden. Diese Mylittasklerotien fruchten selten wann und erzeugen sodann den *Polyporus Mylittae.* Der *Polyporus Sapurema* A. Möll. in Brasilien wächst bis zu 20 *kg* schweren Kugeln heran. Desgleichen erzeugt der *Lentinus Tuber* (Afrika, Mal. Inseln) kopfgrosse Sklerotien. Die biologische Deutung dieser Organe ist in jeder Beziehung den Knollen der Angiospermen gleich, wenn sie auch blosse, zu Knäueln eingewickelte Hyphen vorstellen.

S. 76, Z. 20, n. A. Aus alledem, was hier bereits über die Organisation der Algen gesagt wurde, erhellt nun deutlich, dass man hier eine allmähliche phylogenetische Entwicklung aus den niedersten, einzelligen und fadenartigen Formen bis zu den Thallustypen, an welchen anatomisch und morphologisch gesonderte Organe in grosser Vollkommenheit in die Erscheinung treten, vor sich hat. Es lässt sich nicht leugnen, dass sich hier die Pflanze aus einfachen Zellen zu einem zusammengesetzten Körper stufenweise aufbaut. Die Stufenreihe: Pleurococcus, Spirogyra, Ulothrix, Cladophora, Batrachospermum, Polysiphonia, Sargassum, Fucus veranschaulicht uns die organische Evolution von der einzelligen Einheit bis zur hoch organisierten Pflanze. Mit dieser Entwicklungsreihe hängt gleichzeitig auch die Fortpflanzungsweise der einzelnen Glieder zusammen.

Vergleichen wir fernerhin die hohe Organisation der Charophyten, welche das Mittelglied zwischen den Algen und den Muscineen vorstellen, und ziehen wir in Erwägung, dass der Thallus der Lebermoose eine weitere Sonderung des Algenthallus zum stabilisierten, beblätterten Stämmchen der Laubmoose darstellt, dass das Protonema von Sphagnum und der Laubmoose sich als Reminiszenz an die Algen und Lebermoose erweist, so taucht vor unseren Augen ein klares Bild der genealogischen Entwicklung der Moose aus den Algen empor. Das Prothallium der Farne, die Anlegung des Sporogons bei den Moosen, derselbe Prozess bei der Anlegung des Embryos bei den Farnen lässt wohl nicht zweifeln, dass auf weiterer Stufe auch die Farne ihre Abstammung aus dem Algenreiche entnommen haben.

In dieser Entwicklungsreihe vermissen wir zwar hin und wieder Verbindungsglieder, welche zweifelsohne in den vergangenen Perioden gelebt haben; die morphologischen Beziehungen der noch existierenden Typen überzeugen aber den vergleichenden Forscher immerhin von der realen Wesenheit dieser Evolution.

Die Algen bilden also den Ausgangspunkt der pflanzlichen Evolution, nicht die Pilze, obwohl diesen eine wichtige Rolle in der organischen Wirtschaft auf der Erde zugewiesen ist. Die Pilze, auch

in ihren höchsten Repräsentanten sind nichts anderes als Fadenkryptogamen, gleich den Fadenalgen auf der niedrigsten Stufe. Dies bestätigt auch ihre unvollkommene geschlechtliche Fortpflanzung, welche sogar nicht selten durch ungeschlechtliche Vermehrung vertreten wird. Diese Entwicklungsunfähigkeit kann bloss durch den Mangel der Assimilation und somit die Hinweisung auf andere organische Geschöpfe verständlich sein.

In den Arbeiten von Hansgirg und neuerdings in der Arbeit von Chodat wurde der Polymorphismus der niederen Algen betont. Es ist bekannt, dass manche Phanerogamen sehr variabel sind, und dass diese Variation im Verlaufe der Zeit die Entstehung neuer Arten zur Folge hat. Wenn nun die Algen variieren und verschiedenartige Formen erzeugen, so liegt wohl der Gedanke nahe, dass aus diesen Variationsformen nicht nur neue Arten, sondern auch neue Gattungen und Typen hervorgehen können, welche den Ausgangspunkt für neue Stämme und Familien zu bilden vermögen. Diesem Polymorphismus sämtlicher Algen sollte gebührende Aufmerksamkeit gewidmet werden, denn, wenn wir die Algen als Wiege des Pflanzenreiches betrachten, so muss hier diese Genesis der Pflanzen auch noch heutzutage verfolgbar sein. Es lässt sich auch a priori erwarten, dass hier ausser dem Polymorphismus auch die Mutation eine wichtige Rolle spielt.

B. Charophyta (Armleuchter).

S. 82, Z. 20. Aus dem Basalknoten des Achselsprosses können auch accessorische Sprosse den Ursprung nehmen (Kuczewski).

C. Moose (Muscineae).

S. 112, Z. 40. Servít beschreibt sogar ein Angularblatt, welches die Dichotomie der foliosen Lebermoose begleitet.

S. 123, Z. 8, die Bemerkung in den Klammern ist zu streichen.

S. 132, Z. 31, n. A. In einer inhaltsarmen Abhandlung über die Verzweigung der Laubmoose, welche durchweg in den Intentionen Goebels ausgeführt ist, behauptet Schönau, dass meine Angaben über die Verzweigung der Laubmoose unrichtig seien, und zwar aus dem entwicklungsgeschichtlichen Grunde, indem die Blatt- und Sprosshöcker im jüngsten Stadium die alte Anschauung Leitgebs am besten bestätigen. Aus den Darlegungen Schönaus geht aber nichts anderes hervor, als eine blosse Beschreibung, wie die Blatt-

und Sprosshöcker im jungen Stadium entstehen, was für die Morphologie nicht von Belang ist. Durch die Feststellung der Tatsache, dass jederzeit die Seitensprosse gleichzeitig aus einem oberständigen Blatthöcker zum Vorschein kommen, wird ja das morphologische Faktum nicht widerlegt, dass diese Seitensprosse ausnahmslos und jederzeit in der Blattachsel eines Stützblattes erscheinen. Und mehr haben wir nicht behauptet. Demzufolge erweist sich die ganze unlogisch geführte Polemik Schönaus als gegenstandslos. Schönau hat überdies seine Bemerkungen bloss auf der einzigen Gattung Fontinalis gegründet und diese Beobachtung sofort auf alle Laubmoose verallgemeinert.

Wenn ich in meinem Werke sage, dass die Seitensprosse der Laubmoose jederzeit in der Blattachsel erscheinen, so wird diese morphologische Erscheinung biologisch leicht verständlich sein, weil die Seitenknospen in der Blattachsel ihren Schutz finden.

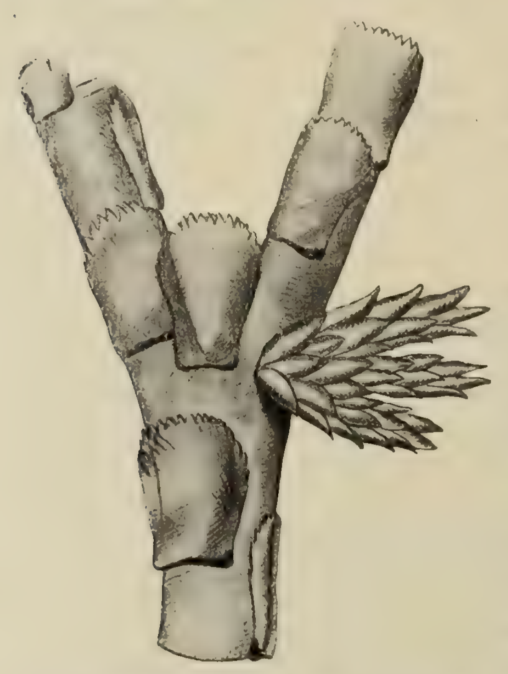


Fig. 5. **Sphagnum fimbriatum, dichotomisch verzweigte Stammpartie,** *fa*) **Angularblatt. (Nach Kavina.)**

Wie wenig Schönau mit den Hauptbegriffen der Morphologie vertraut ist, geht aus seiner Bemerkung hervor, dass man nicht beobachten kann, wie der Seitenspross der Fontinalis in der Jugend aus der Blattachsel auf die Achse hinaufrückt. Dieses Hinaufrücken ist ja im phylogenetischen Sinne gemeint und vermag durch keine ontogenetische Untersuchung verfolgt zu werden. Auch bei den Phanerogamen erscheinen solche auf die Achse hoch hinaufgeschobenen Achselsprosse sehr häufig, obwohl sie in der Jugend in der Blattachsel nicht standen. Auch aus diesem Falle ist zu ersehen, dass für den vergleichenden Morphologen keine wissenschaftliche Diskussion mit Autoren möglich ist, welche durch den unbeschränkten Glauben an das entwicklungsgeschichtliche Dogma verblendet sind.

Meine morphologischen Ausführungen bezüglich der Orientation der Seitensprosse bei den Laubmoosen könnten nur in dem Falle

in Zweifel gezogen werden, wenn Schönau Beispiele von Laubmoosen anzuführen vermöchte, wo der Seitenspross ausserhalb und seitlich von der Blattachsel hervorkommt.

S. 138, Z. 11, n. A. Die eigentümliche Verzweigungsart der Gattung *Sphagnum* hat unlängst Kavina verfolgt und im Einklange mit den Beobachtungen Schimpers und Hofmeisters festgesetzt, dass diese Verzweigung folgerichtig den dichotomen Typus beobachtet. Er fand auch solche Fälle (Fig. 5), wo sich das Hauptstämmchen in zwei gleich lange und gleich gestaltete Äste dichotomisch teilte und das charakteristische Angularblatt oberhalb der Dichotomie trug. Die Seitenbüschel sind demnach lediglich verkürzte, mehrmals geteilte Dichotomien, welche allenthalben seitlich von den Stammblättern zum Vorschein gelangen. Nach Kavina sollte das ganze Stämmchen als Dichopodium aufgefasst werden in der Weise, dass abwechselnd der eine Gabelzweig sich zum Seitenbüschel verkürzte. Für die Richtigkeit dieser Meinung würde auch die regelmässige Stellung der Seitenbüschel nach einer bestimmten Zahl der Stammblätter am Hauptstämmchen sprechen. Es ist allemal eine Regel bei der dichotomischen Verzweigung, dass die Gabelung nach bestimmter Blattzahl stattfindet.

Durch diese dichotomische Verzweigung entfernt sich nun tatsächlich die Gattung *Sphagnum* von allen Muscineen in hohem Masse und erweist sich dieselbe als selbständiger Typus, parallel zu den Laub- und Lebermoosen.

D. Gefässkryptogamen (Cryptogamae vasculares).

S. 160, Z. 9. Bei *M. salvatrix* stehen die Sporokarpien an den Blattstielbasen einzeln, bei anderen Arten sind deren 2 und mehr, bei *M. polycarpa* H. G. (Brasilia) stehen deren 15 in einer Reihe von unten bis zur Blattstielmitte hinauf.

S. 172, Z. 27, n. A. Wesselowska hat sogar eine Entwicklung der normalen Blätter mit einer Stammscheitelzelle am Grunde auf den Prothallien von *Pellaea tenera*, *Notochlaena Eckloniana* und *N. flavens* direkt aus dem apikalen Meristem des Prothalliums beobachtet — also ganz ausserhalb der Archegonien. Nach derselben Autorin erscheinen zuweilen auch solche Zwischenformen, welche den Übergang vom Prothalliumlappen zum Laubblatte offenbaren. Derartige Vorkommnisse sollten eingehend morphologisch verfolgt werden. Es müsste zunächst erörtert werden, ob es nicht vielleicht bloss Knospen adventiver Natur seien, welche nur das erste Laubblatt entwickeln, oder ob hier tatsächlich eine direkte Umwandlung eines

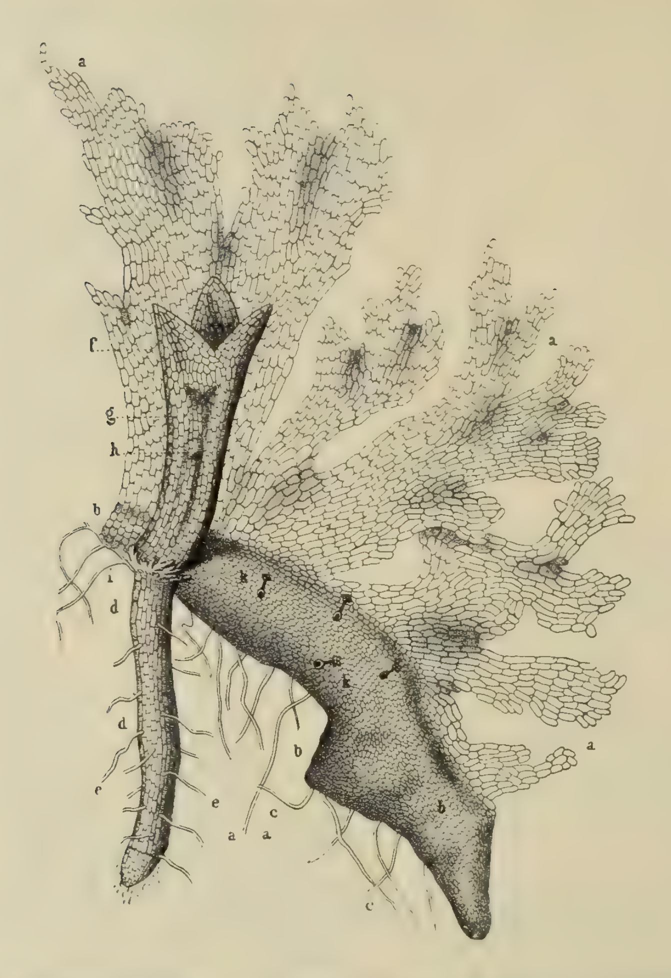


Fig. 6. **Equisetum arvense** L. Junges Pflänzchen aus dem weiblichen Prothallium hervorspriessend; *a*) Prothalliumlappen, *b*) fleischige Prothalliumsbasis. *c*) Rhizoide, *d*) Pfahlwurzel, *e*) Wurzelhaare, *f*) dreilappige Keimblattscheide, *g*, *h*) zweite Scheide und neues Internodium, *k*) sterile Archegonien. (Nach Duval-Jouve.)

Vorkeimlappens vorliegt. Im ersten Falle wäre die Sache von geringerem Interesse, im zweiten Falle dürfte aber die Erscheinung auf die Rechnung der Erblichkeit gestellt werden. Das aufgekeimte Prothallium erbt die Fähigkeit, Blätter zu bilden, mag dazu auch nur das Gewebe der ersten geschlechtlichen Generation dienlich sein. Der Einfluss der Kopulation wird nicht nur auf die Embryobildung, sondern auch auf die Sporen und das aus diesen hervorkommende Prothallium übertragen.

S. 176, Z. 16. Sehr häufig neigt das erste Blatt zur kreisförmigen Form mit radialer Nervatur und mit dichotomisch gelappter Spreite hin, ungeachtet

der akropetal sich formierenden und verlängerten späteren Blätter (Fig. 111).

S. 178, Z. 17. Innen in der Scheide ist die Anlage der zweiten Scheide und des zweiten Internodiums wahrzunehmen (Fig. 6). Die steril zurückgebliebenen Archegonien nehmen ihren Platz in der fleischigen Basalpartie des Prothalliums.

S. 185, Z. 13, n. A. Die Blätter der Farne fallen von der Achse nicht gliederig in der Weise ab, wie es bei den Angiospermen die Regel ist. Ihre Stielbasen verbleiben lange Zeit in Verbindung mit dem Rhizom oder mit dem Stamme, indem sie einen förmlichen Panzer auf dessen Oberfläche bilden. Erst im vorgeschrittenen Alter fallen die Blattbasen ab und hinterlassen dieselben am Stamme durch die Gefässbündel gezeichnete Narben, so namentlich bei den baumartigen, tropischen Farnarten. Bei den einheimischen Farnen (Pteris aquilina, Polypodium Dryopteris, Aspidium Filix mas u. s. w.) erfolgt indessen eine derartige Narbenabtrennung der Blätter nicht, die Blattstielbasen bilden hier eigentlich die Bestandteile der Rhizomachse, sie leben und sterben mit derselben ab.

Auch die Blattspreite, wenn sie gefiedert ist, zerfällt selten wann in einzelne

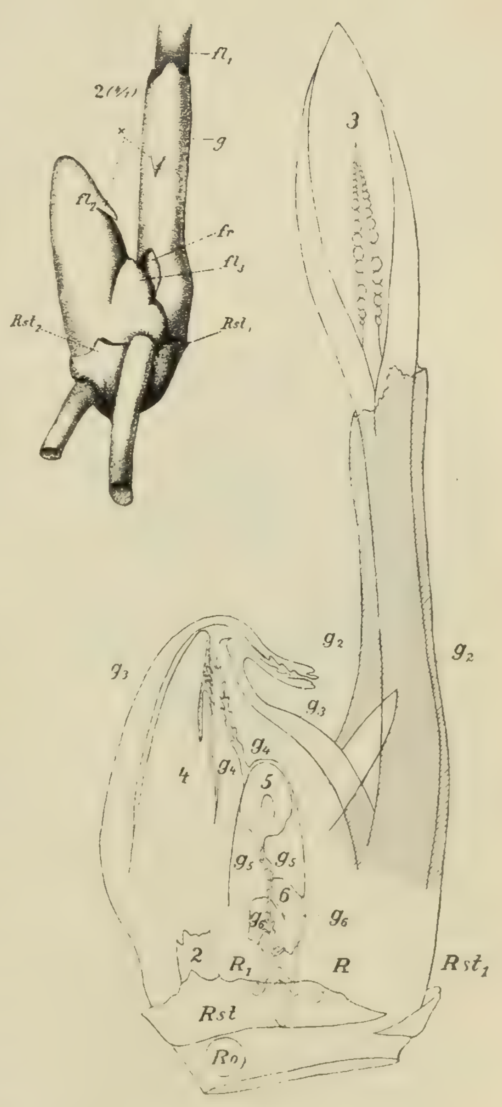


Fig. 7. **Ophioglossum vulgatum.** 2) Die Basis einer älteren Pflanze; das Blatt (*fl*1) ist in die Scheide (*g*) eingehüllt. *Rst*) Blattreste der vorigen Jahre, *fl*2) ein neues Blatt für das nächste Jahr, in eine Scheide gehüllt, welche mit der geöffneten Spitze (*x*) endet, *fl*3) Blattanlage für das dritte Jahr, *fr*) Öffnung, aus der der Blattkegel (*fl*2) hervortrat. — 15) Schematischer Längsschnitt einer älteren Pflanze. *Rst*) Blattreste, *R*) Wurzeln, 2, 3, 4, 5, 6) Blätter, *g*) zugehörige Hüllscheiben. (Nach Rostowcew.)

Fiedern oder Blättchen auf die Art, wie es bei den Angiospermen der Fall zu sein pflegt. Die Farnspreiten verwelken zuletzt, vertrocknen und bilden bei den einheimischen Arten zur Winterszeit ein wärmendes und schützendes Obdach der lebenden Terminalknospe. Lediglich bei den exotischen Arten *Nephrolepis cordifolia* Prsl, *N. acuta* Prsl, *Oleandra* und einigen anderen fallen einzelne Blattabschnitte gliederig ab. Die Blätter von *Arthropteris ramosa* Mett. und von *Cyclophorus* trennen sich oberhalb der Basis gliederig ab.

S. 186, Z. 39. Die Hüllschuppe ist zuerst an der Spitze durch ein gezähntes Anhängsel geöffnet, welches später seitwärts verschoben wird. Dieses Anhängsel dürfte eben als Spreitenrudiment gelten, wenn die Hüllschuppe ein verkümmertes Blatt darstellen sollte. Die Blattanlagen für die folgenden Jahre lassen sich in der Basalknospe bis zum 6. Jahre verfolgen, wie es die anschauliche Abbildung Rostowcews schön wiedergibt (Fig. 7).

S. 191, Z. 15. Nach der brieflichen Mitteilung Zeillers in Paris findet tatsächlich eine solche Erneuerung aus der Gabelknospe bei *Lygodium volubile* (Guyana) statt.

S. 194, Z. 27. Dieser braun-goldene Haarfilz besteht aus einfachen, einfach zellgliederigen, stielrunden Trichomen. Desgleichen erzeugt *Polypodium aureum* L. und *Aglaomorpha Meyeniana* Sch. an den Blattbasen ganze lockere, aus äusserst feinen Spreuhaaren zusammengesetzte Polster.

S. 194, Z. 38. Es ist ein im Alkohol sich auflösendes Harz. Auffallend verhält sich in dieser Beziehung *Cheilanthes aurantiaca* Moore (Mexiko).

S. 195, Z. 6. Bei *Polypodium Elmeri* Copal. (Philip.) erreichen diese Schildchen bis 1 *cm* im Durchmesser.

S. 196, Z. 3. *Polypodium plebejum* Schl. (Ind. occ.) besitzt Blätter, welche ganz von einer feinhaarigen Bekleidung bedeckt sind.

S. 196, Z. 13, n. d. W. »drehrund«: aus einer flachen Spreu eingerollt.

S. 196, Z. 25, n. A. *Alsophila aculeata* Klotz besitzt blasig aufgetriebene Spreuschuppen, die aus der flachen Form durch Auswölbung und Einrollung entstehen. *Polypodium normale* Don. ist durch flache, angedrückte Schuppen, aus deren Mitte einige lange, einzellige Haare büschelig hervortreten, ausgezeichnet. Die lang-kriechenden Rhizome des *Polypodium lycopodioides* L. sind mit lanzettlichen Spreuschuppen so dicht bedeckt, dass sie einem Lycopodium nicht unähnlich sind.

S. 196, Z. 32. Die Dornen an den Blattstielen der *Alsophila armata* Mart. (Mexiko) sind sehr mächtig. *Dicksonia aculeata* M. entwickelt an der Hauptrippe der grossen Blätter ziemlich grosse, scharfe Stacheln. *Dryopteris ferox* O. K. ist an den Wedelrippen von braunen, bis $^1/_2$ *cm* langen Stacheln dicht besät.

S. 200, Z. 11. Ein ähnliches Beispiel bietet uns das *Blechnum Patersonii* (S 187), bei welchem sogar eine dritte Blattform in Erscheinung tritt, an der die Blattspreiten fiederig geteilt sind.

S. 201, Z. 19. Das gleiche zeigt die westindische *Ornithopteris adiantifolia* L.

S. 202, Z. 6. Gwynne-Vaughan und neuerdings Domin haben darauf hingedeutet, dass zwischen den beiden Stipularlappen eine »Scheidenquerwand« (transverse intra-axillary commissure) entwickelt ist, welche die Lappen verbindet und früh mit der Blattanlage in der Blattachsel zum Vorschein kommt (Fig. 8). Domin erklärt indessen auch diese Stipularbildungen für eine scheidige Erweiterung der Blattstielbasen.

S. 206, Z. 10. Weitere Beispiele bietet auch *Lindsaya trapeziformis* Dry, *L. davallioides* Bhm. und *L. cultrata* W.

S. 208, Z. 6, n. A. Die Blätter des westindischen *Aspidium deltoideum* Sw. zeigen eine ungewöhnliche Form in der Weise, dass die Abschnitte in der unteren Blatthälfte ganz einfach ausgebildet sind, während die Abschnitte der oberen Blatthälfte bis 12 *cm* lang und zweimal gefiedert erscheinen Etwas ähnliches wiederkehrt auch bei einigen, in der Kultur verbreiteten *Nephrolepis*-Arten. Dies dürfte den Blättern der *Gleditschia* (vergl. unten) zur Seite gestellt werden können, wo ebenso einzelne Abschnitte gefiedert, andere aber einfach vorkommen.

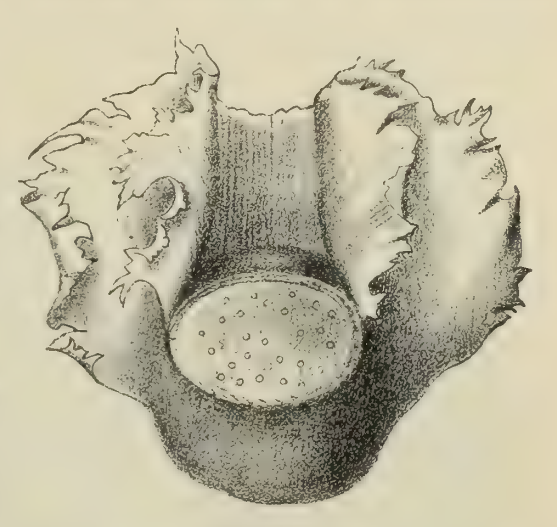


Fig. 8. Angiopteris Teysmanniana Vr. Blattstielbasis mit den Stipularlappen und dieselben verbindender Scheidenquerwand. (Nach Domin.)

Die Variation in der Formausbildung der vegetativen Farnblätter tritt auch ausserhalb der Sporophylle ein. Ein hübsches Beispiel bietet uns die *Pteris ensiformis* Burm (Philipp.), wo die einen Blätter lang gestielt, einfach lineal, ganzrandig oder gezähnt vorkommen, die anderen aber unterhalb der einfachen Spreite noch mit zwei seitlichen, lappig-fiederteiligen Abschnitten versehen sind, noch andere endlich vorhanden sind, deren Spreite der ganzen Länge nach lappig-gefiedert und gezähnt erscheint. Diese Blattbildung erinnert an die Blätter von *Morus, Sterculia* u. a.

S. 216, Z. 22. Diese Ligula, welche sämtliche Selaginellen, Isoëtaceen, Lepidodendraceen und Sigillariaceen kennzeichnet, darf nicht vom

morphologischen Standpunkte aus mit der Ligula der Gramineen und anderer Angiospermen identifiziert werden. Den Beobachtungen mehrerer Forscher (Hofmeister, Luerssen, Domin) zufolge ist sie bloss als Trichomorgan (etwa wie die Spreuschuppen der Farne) anzusehen, was schon aus ihrer ontogenetisch-anatomischen Wesenheit hervorgeht. Dies ist gewiss die richtige Anschauung, denn, wäre sie von stipulärer Herkunft, so müsste man irgendwo auch Übergänge zu Stipeln vorfinden, was jedoch nirgends stattfindet. Der Vorschlag, die Ligula der Selaginellen mit dem Terminus »*Lingula*« zu belegen, ist wohl zutreffend.

S. 218, Z. 19. An der Basis sind auch zwei Schleimkanäle wahrzunehmen, welche an diejenigen von *Lepidodendron* (Fig. 144 *a*) lebhaft erinnern (parichos bei Hill).

S. 234, Z. 6, n. A. A. Sperlich will die Benennung »Achsenträger« bei *Nephrolepis tuberosa* teilweise für unzutreffend, teilweise für überflüssig halten, unzutreffend deswegen, weil die Ausläufer vielmehr Wurzeln tragen, obwohl Sperlich selbst bemerkt, dass nur ein Teil derselben (die unterirdischen) Wurzeln treiben. Die oberirdischen, sowie die unterirdischen entwickeln aber an der Spitze eine Laubknospe oder einen beblätterten Spross (Achse), woraus wohl der richtige Schluss zu ziehen ist, dass die Benennung »Achsenträger« zutreffender ist als »Wurzelträger«. Der Umstand, dass die Stolonen Wurzeln tragen, steht erst in zweiter Reihe, indem den Stolonen die Hauptrolle zugewiesen ist, die Pflanze vermöge der Endknospen vegetativ zu vermehren. Wenn man sie mit dem Terminus »Wurzelträger« belegen wollte, so könnte man dieselben mit gleichem Rechte auch »Schuppenträger« nennen. Die Wurzelträger der Selaginellen verrichten eine andere Funktion, denn sie sind bloss der Wurzelbildung dienlich. Die Schlussfolgerung Sperlichs ist demzufolge unrichtig und unlogisch.

Überflüssig scheint Sperlich die Benennung »Achsenträger« aus dem Grunde, weil auch anderwärts Stolonen mit einer Laubknospe enden. Das ist zwar richtig, aber nirgends ist im ganzen Pflanzenreiche ein zweiter Fall bekannt, wo die Stolonen vor dem ersten Phyllome sich wiederholt verzweigen und erst nach einer beträchtlichen Länge ein Phyllom und eine Endknospe entwickeln.

S. 254, Z. 30. Neuerdings hat die dichotomische Verzweigung beim *Psilotum* auch W. Docters van Leeuwen-Reijnvaan bestätigt.

S. 261, Z. 7. Dies bestätigen auch die neueren Beobachtungen Worsdells, denen zufolge die Wurzelträger sich in beblätterte Achsensprosse umwandeln.

S. 266, Z. 42. Die in den Tropenwäldern an Baumstämmen hoch hinkriechende Polypodiacee (aff. Aspidium) *Arthropteris ramosa* Mett. ist zwar mit

ihrer Rhizombasis im Boden vermittels echter Wurzeln eingefügt, die meterlangen, dünnen Rhizome sind aber wurzellos und an der Rinde mit den Saughaaren anhaftend.

S. 266, Z. 33, n. d. W. »Feuchte«: und zum Anhaften.

S. 269, Z. 34. Dagegen konnte ich an der südamerikanischen, xerophilen Art *Sel. convoluta* Spring. feststellen, dass hier überhaupt keine Wurzelträger zum Vorschein kommen, da die dichtrasige Pflanze lediglich vermöge zahlreicher, mehrmals verzweigter, dichthaariger und direkt aus der Rhizombasis hervorkommender Wurzeln im festen Boden eingewurzelt ist. Aus diesem Faktum erhellt gleichzeitig, dass die Wurzelträger nur eine biologische Adaptation für das saprophytische und epiphytische Leben der Selaginellen darstellen. Die Wurzelträger bewerkstelligen nicht nur die Verbindung der in die Luft



Fig. 9. **Stigmaria ficoides Nach Göppert, teilweise restauriert.**

hinaufstrebenden Stengel mit dem Boden oder mit der Rinde, sondern dienen dieselben auch den schwächlichen Stengeln als Stelzen — ganz wie bei einigen Monokotylen, dem Pandanus oder dem Mangrovetypus. Wenn aber eine Selaginella als Erdpflanze sich entwickelt, so braucht sie die Wurzelstelzen nicht und wurzelt direkt im Boden.

S. 270, Z. 36, n. A. Hier mag noch eine Bemerkung über die eigentümlichen Wurzelbildungen der paläozoischen *Stigmarien* hinzugefügt werden. Die *Stigmarien* (Fig. 9) sind nach den verschiedenen festgestellten Beobachtungen unterirdische, verdickte, zuerst in 4 starke Zweige, alsdann aber wiederholt dichotomisch verzweigte Stammbasen der *Sigillarien* und *Lepidodendren*. Am häufigsten kommen sie in den

Sammlungen als mächtige Baumstöcke mit gabelig verzweigten, dicken Wurzeln vor. An den dicken Wurzeln sind ringsum in dichter, aber unregelmässiger Anordnung lange, einfache, dünne Wurzeln wahrzunehmen, oder, wenn diese abgebrochen sind, kreisförmige Narben nach denselben. Dass diese dünnen Wurzeln bloss als echte Wurzeln angesehen werden müssen, geht aus zahlreichen Tatsachen unbestreitbar hervor. Einige wollten glauben, dass sie als Pneumatophoren dienlich waren, für welche Ansicht jedoch keine Momente sprechen. Es ist vielmehr wahrscheinlich, dass es unterirdische, allseitig strebende Wurzeln sind, weil sie auf der ganzen Oberfläche der dicken Gabeläste stehen und den dicken, säulenartigen Sigillarienstamm im festen Boden befestigen mussten. Es ist kaum denkbar, dass die mächtigen, schweren Sigillarienstämme im weichen, vom Wasser durchnässten Sumpfboden wachsen konnten, sie mussten eher einen festen Boden haben, um sichere Stabilität zu erlangen. Hiezu dienten auch die im Kreise gestellten und einen breiten Flächenraum einnehmenden dicken Wurzelgabeln. Die Stigmarienwurzeln sind also lediglich als Befestigungsapparate für die Stigmarienstämme aufzufassen. Eine Pfahlwurzel bei einer Selaginellacee ist hier unmöglich, es müssten also die Wurzeln direkt aus der Stammbasis in grosser Anzahl auftreten, wie bei Palmen, um den Stigmariastamm senkrecht festzuhalten. Der einfache und senkrechte Bau der Stigmariastämme lässt auch nicht die Annahme zu, dass sich vielleicht die Adventivwurzeln, beziehungsweise die seitlichen Wurzelträger am Stamme selbst zu entwickeln vermochten. Die Befestigung konnte lediglich in der Stammbasis, wie allgemein bei allen derartigen Baumformen jeglicher Verwandtschaft, stattfinden. Hier konnten nun auch Wurzelträger in die Erscheinung treten, was tatsächlich der Fall ist. Wie anderwärts bei den Selaginellaceen die Wurzelträger häufig gegenständig am Stengel zu stehen kommen, so treten sie hier bei der Stigmaria in 4 oder 2 in einem Kreise ein. Dass es mächtige Wurzelträger sind, bekräftigt ihr allmähliches Übergehen in die Stammbasis, ihre Abrundung an der Spitze und das endogene Hervorkommen der dünnen Seitenwurzeln. Sie sind dichotomisch verzweigt, wie es auch bei den Selaginellawurzelträgern nicht selten vorkommt.

Diese Deutung der Stigmarien wäre demzufolge nicht weit von der Darstellung Solms-Laubachs und Potoniés, welche sie für ein Übergangsgebilde zwischen Stamm und Wurzel erklärten. Als Rhizome können sie gewiss nicht gelten, weil sie niemals eine Spur nach den Blattschuppen zeigen. Neuerdings hat sie Lindinger als Verbände von Adventivwurzelbasen auf die Art, wie bei manchen *Dracaena*-Arten, gedeutet. Diese Anschauung kann ich nicht billigen,

denn die Stigmarienstämme sind anatomisch und morphologisch durchaus anders gebaut, was aus ihrer systematischen Differenz erhellt, dann zeigen die Adventivwurzeln nie eine derartige Regelmässigkeit in Form und Anzahl, wie es hier der Fall ist. Schliesslich ist nirgends im Bereiche der Selaginellaceen ein ähnliches Zusammenwachsen und eine derartige Verdickung der Wurzeln bekannt, wie dieselbe Lindinger bei den Dracaenen beschreibt.

S. 272, Z. 44, n. d. W. »z. B.«: *A. caudatum* L. und

S. 277, Z. 16, n. A. Zu neuester Zeit werden von Lignier die fossilen *Sphenophylla* auf Grund ihrer Ähnlichkeit in der Blattnervatur und in der Entwicklung der Sporangien an der Blattbasis mit der Gattung *Archaeopteris* und überhaupt mit den *Primofilicineen* Arbers in enge verwandtschaftliche Beziehungen gestellt, was unsere Auffassung noch mehr bekräftigt.

II. Die Morphologie der Phanerogamen.

A. Die Keimpflanze.

S. 284, Z. 6. *Thuja occidentalis* L. (Fig. 23, Taf. II) keimt mittels zweier flacher Kotyledonen, welchen zwei flache, gegenständige Blätter, dann 4—3zählige Blattquirle, weiter ein 3zähliger Blattquirl und zuletzt regelmässig abwechselnde Blattpaare folgen. Die Blätter der Keimpflanze sind hier sämtlich lineal, flach, welche Form auch an den heterophyllen Zweigen der *Juniperus virginiana* L. und *J. chinensis* L. anzutreffen sind.

S. 284, Z. 16. In dieser Beziehung ist *Araucaria brasiliana* Lamb. (Fig. 13, Taf. I) besonders interessant, deren Same aus einem mächtigen Endosperm gebildet wird. Im Endosperm befinden sich zwei bis zur Spitze freie, lineale Kotyledonen, welche samt dem Endosperm unter der Erde verbleiben und als Haustorien dienlich sind. Über die Erde tritt die starke, gerade, spiralig angeordnete, blättertragende Achse empor. Die ersten Blätter sind häutig, nehmen jedoch allmählich eine normale Form und grüne Farbe an. In ihren Achseln ist überhaupt keine Spur nach den Knospen wahrzunehmen. Eine eigentümliche Gestalt zeigt das fleischig verdickte, unten kinnartig abgerundete Hypokotyl. Die Hauptwurzel ist wie sonst bei den Koniferen vollkommen haarlos. Was für eine biologische Funktion das beschriebene Hypokotyl verrichtet, ist mir zurzeit nicht klar. Hingegen keimt die *Araucaria excelsa* R. Br. (Fig. 12, Taf. I) auf eine ganz andere Weise, indem sie 4 flache, lederartige, an der Spitze 3—5zähnige, oberseits grüne, unterseits blasse, mit 5—8 parallelen Nerven versehene Kotyledonen besitzt und vermittels eines einfachen Hypokotyls über die Erde tritt. Nach den Kotyledonen folgen schon die bekannten, krallenförmigen, grünen Blätter, von denen die vier ersten den Platz zwischen den Kotyledonen einnehmen.

S. 284, Z. 18. *Cunninghamia sinensis* R. Br. (Fig. 15, Taf. I) besitzt zwei lineale, lederartige, oben blasse, unten glänzend grüne Kotyledonen, nach welchen schon normale, spiralig angeordnete Laubblätter folgen. Das dünne Hypokotyl übergeht allmählich in die haarlose Hauptwurzel. *Cryptomeria japonica* L. keimt mit 4—2 linealen Kotyledonen, welchen ein Blattquirl, alsdann aber spiralige Blätter folgen. *Taxodium distichum* L. (Fig. 14, Taf. I) hat wiederum 4 lineale,



Fig. 10. 1. **Rosa canina** L., 2. **Globularia Alypum** L., Keimung, schwach vergr., **Lepidium sativum** L., Keimpfl. mit geteilten Kotyledonen. **Pittosporum** sp. (Australia, Domin), Keimpfl. mit den ersten, anders gestalteten Blättern (Original).

oberseits kielige, einnervige, blasse Kotyledonen, welchen lineale, normal biologisch orientierte, spiralige Laubblätter folgen.

S. 284, Z. 42. Nach Matte besitzt *Ceratozamia* nur einen Kotyledon.

S. 285, Z. 3, n. d. W. »die«: mit langen Haaren bekleidete.

S. 285, Z. 8. Es ist eigentlich kein Haustorium, weil im Endosperm kein Saugkörper eingelagert ist, sondern es hängt eine, bei der Keimung das junge Pflänzchen einhüllende Haut mit dem Endosperm zusammen.

S. 285, Z. 21, n. A. Meinen Beobachtungen an Keimpflanzen der *Welwitschia* (Fig. 9—11, Taf. I) gemäss ist der Keimungsprozess ein ähnlicher wie bei *Ephedra*, nur mit dem Unterschiede, dass die Keimpflanze im Endosperm stecken bleibt und mit einem keilförmigen, oben gestreiften Haustorium versehen ist. Die Wurzel trägt ausserdem keine Haare. Die Keimpflanze zerreisst die beiden Samenhüllen, indem sie aufwärts das Hypokotyl und herunter die Wurzel treibt. Die Keimblätter sind flach, lineal, lederartig, grün, von 4 zarten Nerven durchzogen.

S. 287, Z. 7. Die winzig kleinen Keimblätter der *Digitalis ambigua* vergrössern sich bei der Keimung zu grossem Umfang.

S. 287, Z. 11. *Asarum europaeum* behält grüne Keimblätter bis zum nächsten Frühling.

S. 288, Z. 7. Bei *Rosa canina* sind die Keimblätter sowie das Hypokotyl mit kurzen Stachelhaaren besetzt (Fig. 10).

S. 288, Z. 8, n. d. W. »Amsinckia«: *Peucedanum sativum*.

S. 288, Z. 9. Die Cruciferen sind allgemein nur mit einfachen Kotyledonen ausgestattet, das genannte *Lepidium sativum* trägt aber dreilappige Kotyledonen, welchen gleich fiederspaltige Laubblätter folgen (Fig. 10). Bei *Schizopetalum Walkeri* geht diese Teilung so weit, dass aus 2 ursprünglichen Kotyledonen scheinbar 4 lineale entstehen (Lubbock).

S. 289, Z. 16. Die meisten *Proteaceen* sind durch breite, flache, fast lederartige, am Grunde zweiöhrige Keimblätter ausgezeichnet (Fig. 1, Taf. I, *Hakea acicularis* Kn.). Von den einheimischen Arten wäre die *Corylus Avellana* L. zu erwähnen.

S. 291, Z. 16. Desgleichen das *Smyrnium perfoliatum* und noch andere Umbelliferen. Bei *Ferula Sadleriana* tritt die Plumula seitwärts an der Basis der verwachsenen Kotyledonarstiele hervor, während dieselbe bei der *F. tingitana* zwischen den verwachsenen Keimblättern hervorwächst.

S. 291, Z. 31. Dasselbe kommt an den Keimpflanzen von *Lagunaria Patersonii* Don. (Malvac.) vor.

S. 292, Z. 9, n. d. W. »Fig. 185«: oder bei *Hakea acicularis* (Taf. I).

S. 292, Z. 10, n. d. W. »Fig. 192«: oder bei *Cardamine pratensis* und *Veronica Chamaedrys*.

S. 292, Z. 20. *Anagallis arvensis* (einjährig) trägt in den Keimblattachseln Serialknospen, durch welche sie sich regelmässig verzweigt und erhält. Bei *Grevillea Banksiana* (Proteac., Austral.) erscheinen sonderbarerweise unter den ersten transversalen Blättern kleine Knospen mit transversaler Orientierung. Ich möchte dieselben nur für Adventivsprosse halten.

S. 292, Z. 36. Das erste Laubblatt der *Rosa canina* (Fig. 10) ist dreizählig, aber nebenblattlos, erst das zweite trägt kleine Seitenzähne, welche am Stiele herablaufen.

S. 292, Z. 43. Das erste Laubblatt des *Geranium Robertianum* ist schon so fiederteilig wie die Stengelblätter.

S. 294, Z. 30, n. A. Eine ausserordentlich schöne phylogenetische Blattentwicklung, an der Jugendpflanze mit dem Kotyledon als der einfachsten Urform angefangen, kann man an *Potentilla argentea* L. (Fig. 11) verfolgen. Aus dem einfachen Kotyledon entsteht zuerst durch Einschneidung ein handnervig-gelapptes Blatt, sodann ein dreizähliges und durch die fussförmige Abschneidung ein fünfzähliges Blatt. Am Blattstiele ist zugleich die Entwicklung der Nebenblätter zu sehen.



Fig. 11. **Potentilla argentea** L. Phylogenetische Entwicklung des Blatts an der Keimpflanze, mit dem Keimblatte angefangen. (Original.) Zugleich die Entwicklung der Nebenblätter.

S. 295, Z. 6. Die Keimpflanze einiger *Pittosporum*-Arten trägt die ersten Blätter ganz anders ausgestaltet als die definitiven an den Stammzweigen (Fig. 10). Die ersteren sind gezähnt, breit, die letzteren länglich-lanzettlich, ganzrandig. Die ersten Blätter der Keimpflanze von *Syringa vulgaris* sind abstehend behaart, dagegen die der älteren Zweige kahl. Die ersten Blätter von *Lonicera Caprifolium* sind gestielt, eiförmig-elliptisch, die späteren verwachsen-becherförmig.

S. 296, Z. 25. Man hält sie für Befestigungsorgane im lockeren Boden. Einige Proteaceen (Grevillea) zeigen eine ähnliche Vorrichtung. Derartige Fersenbildungen sieht man auch an der Keimpflanze von *Globularia Alypum* (Fig. 10) und von *Trichosanthes Colubrina* (Cucurbit.).

S. 304, Z. 15, n. d. W. „auch“: *Erigenia bulbosa* Nutt. (Holm) und

S. 304, Z. 18. Es ist interessant, dass die Bildung nur eines einzigen Keimblattes als ein Ausnahmsfall bei denjenigen Umbelliferen (z. B. bei Conium maculatum) vorkommt, welche regelmässig mit zwei Kotyledonen keimen (Winkler, Domin).

S. 305, Z. 9. Gatin hat eine derartige Haarbildung auch auf dem Kotyledon und dem Hypokotyl einiger Palmen beobachtet (Trachycarpus, Strelitzia).

S. 305, Z. 41. Holm beschreibt die Keimpflanze von *Claytonia* mit einem Kotyledon und gibt eine Abbildung davon. Bei *Eucalyptus pulverulenta* Sims. kommen hin und wieder dergleichen Keimlinge mit einem Kotyledon vor, in welchem Falle aber die folgenden Blätter sich durchaus abwechselnd entwickeln, während sie bei zwei Kotyledonen gegenständig vorhanden sind. Durch diesen interessanten Fall wird unsere Darlegung S. 556 gerechtfertigt.

S. 306, Z. 29. Derartige Keimungsverhältnisse wiederkehren bei *Dentaria laciniata* M. (Holm).

S. 306, Z. 33. Desgleichen bei *Hibiscus cannabinus*. Bei einigen *Peperomia*-Arten bleibt ein Keimblatt im Samen unter der Erde stecken, um das Perisperm auszusaugen, während das zweite über die Erde heraustritt, vergrünt und als Assimilationsorgan fungiert (Hill). Sehr interessant organisiert ist der Keimling von *Aralia spinosa* L. (Holm). Hier ist ein Kotyledon oval, fleischig, ganzrandig, unterirdisch, der andere aber oberirdisch, grün, gezähnt, den nächsten Blättern ähnlich. Der erste dient also als Speicherorgan, der andere als Assimilationsorgan.

S. 308, Z. 18. Diese Keimung, sowie die Embryonen der *Garcinien* haben schon Planchon und Triana richtig gedeutet und schön abgebildet. Die Embryonen derselben sind walzenförmig, fleischig, ganz ungegliedert, nur an der Spitze mit einem Wurzelrudimente, an der anderen mit einem kaum sichtbaren Kotyledonenrudimente versehen. Diese Walzen stellen also das Hypokotyl dar.

S. 312, Z. 30, n. A. Einfachen Keimungsverhältnissen begegnet man auch bei den endospermlosen *Najadaceen*. *Najas major* z. B. (Fig. 12) schliesst in einer harten Samenschale einen spindelförmigen Embryo ein, an welchem die obere Hälfte das Keimblatt, die untere das Hypokotyl darstellt. Die Plumula ist hier in dem Keimblatte vollkommen versenkt und auf der Oberfläche gar nicht bemerkbar. Es ist indessen wahrscheinlich, dass sie im jüngsten Stadium auch seitlich auf der Oberfläche zum Vorschein gelangte, im Verlaufe der weiteren Entwicklung aber durch Umwallung des Nachbargewebes im Inneren des Keimblatts Platz genommen hat. Bei der Keimung streckt sich das Hypokotyl in die Länge, die Hauptwurzel verlängert sich desgleichen und das Keimblatt wächst empor, vergrünt und zerreisst

dort, wo die Plumula eingeschlossen ist, um die ersten, gezähnten Blätter hervortreten zu lassen. Das erste derselben ist dem Kotyledon gegenübergestellt, das zweite dem ersten u. s. w. Die Gattung *Najas* stellt sonach den einfachsten und phylogenetisch primitivsten Embryotypus dar, welcher Umstand auch mit dem primitiven Blütenbau dieser archaistischen Pflanzenart übereinstimmt.

S. 316, Z. 5, n. A. Den weiteren Entwicklungsgang der Keimpflanze der Monokotylen mag uns die abgebildete *Yucca quadricolor* Hort. veran-



Fig. 12. **Najas major All.** Die Keimung: 1) Embryo, aus der Samenschale herausgenommen, 2) im Durchschnitt, 3) Keimpflanze aus der Samenschale heraustretend, 4) älteres Stadium, ohne Schale, 5) noch älteres Stadium, 6) die Keimpflanze treibt die ersten 3 Blätter, 7) das erste Blatt mit scheidig erweiterter Basis, *c*) Keimblatt, *p*) Plumula, *h*) Hypokotyl, *k*) Hauptwurzel, *s*) Samenschale, *r*) Haarkranz, *l*) Blätter. Schwach vergr. (Original.)

schaulichen (Fig. 13). Hier stirbt im Stadium (3) ebenfalls die Hauptwurzel ab, unterhalb des ersten Blatts tritt aber eine starke Adventivwurzel hervor, welcher die weiteren unter den nächsten Blättern folgen. Gleichzeitig mit der Blattentwicklung konstituiert sich auch der senkrechte, walzenförmige und gliederartige Stengel. Die unteren Blätter fallen zuletzt ab, indem sie ringelförmige Narben hinterlassen. Der hohe, oben einen dichten Blattbüschel tragende Stamm ist an der Basis vermittels unzähliger, starker Adventivwurzeln im Boden befestigt.

S. 317, Z. 6. Die Länge des Hypokotyls hängt zuweilen von den Standortsverhältnissen ab (Evans).



Fig. 13. **Yucca quadricolor** Hort. Entwicklung der jungen Pflanze; *s*) Same, *m*) Mittelstück, *c*) Keimblatt, *h*) Hypokotyl, *k*) Hauptwurzel, *k'*) Adventivwurzel, *l'*, *l''*, *l'''*) die ersten Blätter. (Original.)

S. 318, Z. 18. Beide Individuen stellen gleichsam Zwillinge dar, welche sich parallel und gesund weiter entwickeln. Der Fall von *Iris* scheint

jedoch nicht vereinzelt dazustehen, denn ich beobachtete derartige Fälle auch bei einigen *Anthurien* und ohne Zweifel dürfte er wohl auch in anderen Familien vorkommen.

S. 320, Z. 21, n. A. Das Keimblatt der Monokotylen ist regelmässig kahl, nur bei *Alpinia calcarata* Rosc. fand ich sie mit gestielten, abstehenden Drüsen besetzt. Wozu sie dienlich sind, ist derzeit schwer zu ergründen, zumal, da schon das nächste Blatt samt der ganzen Pflanze kahl erscheint.

Eine interessante Entwicklung der Keimpflanze zeigt uns die Gattung *Dracaena*, deren Stämme sich bekanntlich baumartig verzweigen und ein hohes Alter erreichen. Das Keimblatt der *Dracaena Draco* L. (Fig. 208, S. 321) ist kurz und schüsselförmig, am Grunde direkt in eine mächtige Hauptwurzel übergehend. Schon im jüngsten Stadium tritt aus dem Keimblatte eine solide, dicke Achse hervor. Später, wenn die Hauptwurzel einzugehen beginnt und schon etwa 6 entfaltete Laubblätter vorhanden sind, nimmt das erste Stengelglied die Form einer Knolle an, an deren abgerundeter Basis das kappenartige Keimblatt sitzt und seitlich eine starke Adventivwurzel abgeht (Fig. 14). Die Blätter folgen regelmässig und dicht nacheinander, wodurch ein zylindrischer, kurz gegliederter Stamm zustande kommt. Wichtig ist nun die Tatsache, dass das erste Glied knollenartig angelegt wird. Es ist noch zu erwähnen, dass das erste Blatt (l')

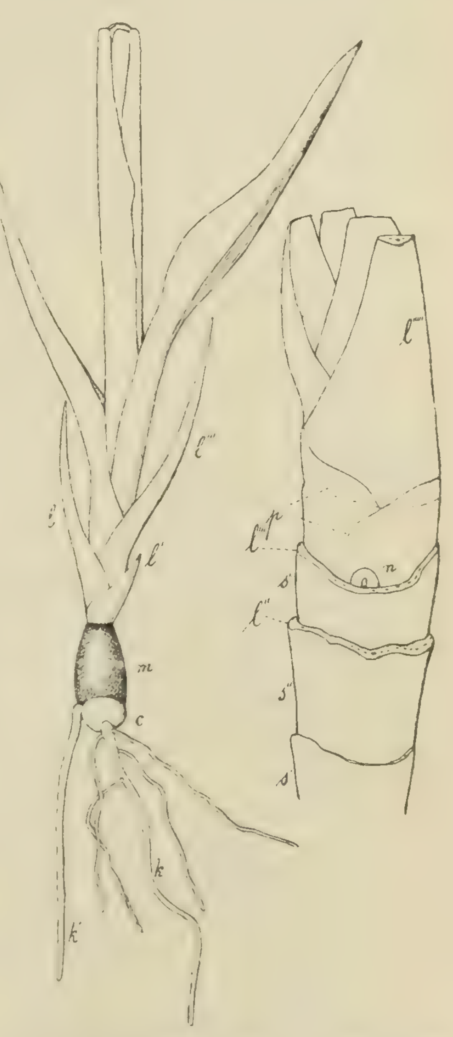


Fig. 14. **Dracaena Draco L.** Links Keimpflanze am Schlusse des ersten Jahres; *c*) Keimblatt, *k*) Hauptwurzel, *k'*) Adventivwurzel aus dem ersten, knollig verdickten Stengelgliede (*m*), *l'*, *l''*, *l'''*) die ersten Blätter. Rechts eine Stengelpartie einer 2jährigen Pflanze, *s'*, *s''*, *s'''*) Stengelglieder, *l*) diesen Gliedern angehörige Blätter, *p*) Scheidenränder des Blattes (*l'''*), *n*) Achselknospe mit einer runden, adossierten Schuppe. (Original.)

dem Kotyledon (*c*) nicht gegenständig, sondern ein wenig seitlich gestellt ist.

Im folgenden werden noch einige Beispiele der Keimungsgeschichte bei den Monokotylen angeführt werden.

Xanthorrhea hastilis R. Br., welche (wie die vorhergehenden) zu den baumartigen Monokotylen Australiens gehört, keimt etwa auf dieselbe Weise wie die bereits beschriebene *Dracaena*. Das Keimblatt ist ebenfalls schüsselförmig, die Achse aber nicht knollig angelegt. Die Hauptwurzel, fast ohne Hypokotyl, sehr lang und ganz haarlos (Fig. 21, Taf. II).

Doryanthes Palmeri Hill., eine riesige Monokotyle Australiens (Fig. 4, 5, Taf. I), keimt mit einer starken, behaarten Hauptwurzel, mit einem kurzen Hypokotyl und einem scheidigen Keimblatte, welches in zwei Lappen durch einen transversalen Schnitt geteilt ist, wobei der eine Lappen grösser, der andere, dem Kotyledon gegenüberstehende, kleiner ist. Dieser Lappen erinnert lebhaft an den Epiblast der Gramineen.

Die herrliche *Ravenala madagascarensis* Gm. (Fig. 3, Taf. I) besitzt ein birnförmiges Haustorium, welches im Endosperm eingelagert ist. Die Hauptwurzel ist sehr stark, fast ohne Hypokotyl, der Kotyledon zylindrisch-scheidig, oben ein wenig geschlitzt. Das erste Blatt steht dem Kotyledon gegenüber. Das abgebildete *Anthurium Pohlianum* Engl. (Fig. 6 Taf. I) dient uns als Beispiel der Keimung der Araceen. Das Hypokotyl ist kaum entwickelt, das Keimblatt kurz, scheidig, das erste Blatt gegenständig.

Die Keimung der *Ludovia crenifolia* Dr. (Fig. 7, 8, Taf. I) ist in jeder Beziehung derjenigen der Araceen ähnlich. Nach dem kurzscheidigen Kotyledon folgt ein gegenständiges, grünes Laubblatt (*l'*), dann kommen die übrigen Blätter. Der Kotyledon ist dem Samen mit dem Rücken zugekehrt. Es ist nunmehr klar, dass die Familie der *Cyclanthaceen* durch die Keimung den *Araceen* nahe steht, worauf auch ihre Blütenorganisation hinweist; die Stamm- und Blattbildung stimmt mit den Palmen überein. Drude vergleicht sie mit den *Pandanaceen*, mit welchen sie aber nichts gemeinsames haben. — Die Keimpflanze der *Ludovia crenifolia* ist durch eine sehr interessante Heterophyllie ausgezeichnet in der Weise, dass die Jugendblätter ganz anders ausgestaltet sind als die Blätter der erwachsenen Pflanze, indem sie vielmehr an die Blätter einer Aracee oder Bromeliacee erinnern, wodurch auch die junge Pflanze dieser Art habituell von dem entwickelten Stadium abweicht. Die Blätter der Keimpflanze sind fast krautartig, ohne hervortretende Längsnerven, aus scheidig rings umfassender Basis allmählich in die Spitze verschmälert, bogenförmig heruntergeneigt, rinnenförmig, besonders

unten glänzend und kahl. Die Blätter der entwickelten Pflanze sind gestielt, scheidig, länglich-keilförmig, grob-gekerbt, mit einem Mittelnerv und zahlreichen sekundären Parallelnerven versehen und längs der Nerven faltig.

Die abgebildete Iridacee *Tigridia Pavonia* (Fig. 2, Taf. I) entspricht im wesentlichen anderen Iridaceen, nur ist das Mittelstück

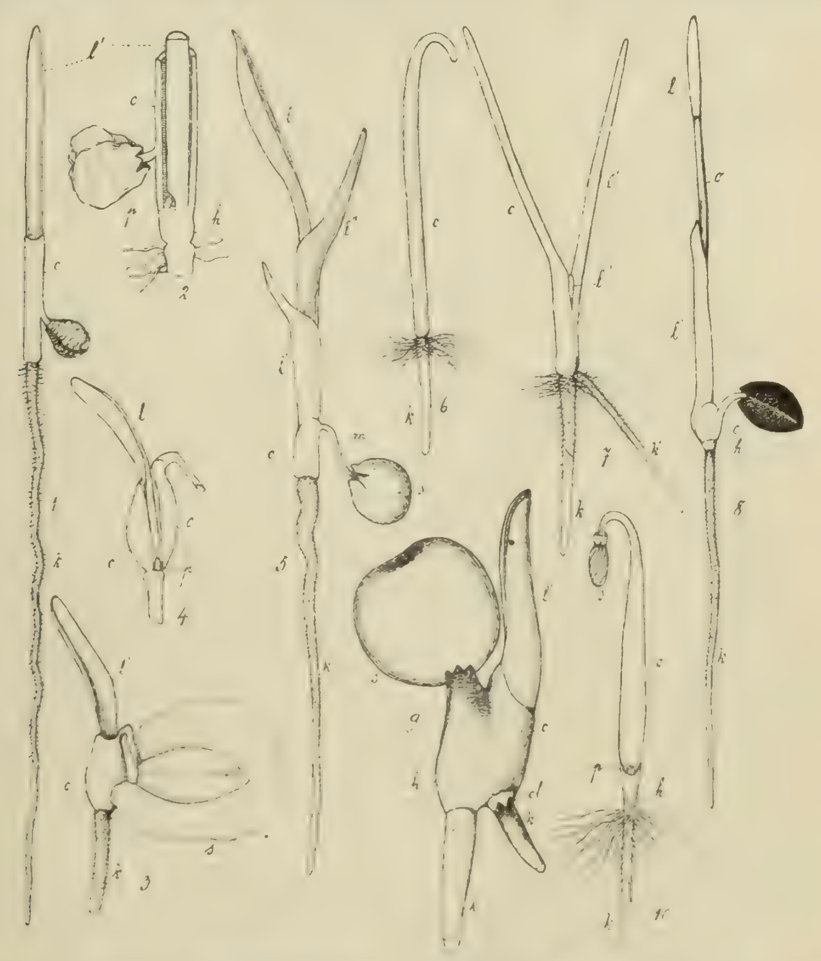


Fig. 15. Keimung der Monokotylen. 1, 2) **Bulbine semibarbata** R. Br., 3, 4) **Hippeastrum hybridum** Hort., 5) **Cordyline stricta** Endl., 6, 7) **Triglochin maritimum** L., 8) **Eustrephus latifolius** R. Br., 9) **Haemanthus multiflorus** Mart., 10) **Philydrum lanuginosum** Banks.; *c*) Kotyledon, *h*) Hypokotyl, *k*) Hauptwurzel, *m*) Mittelstück, *s*) Same, *l'*, *l''*, *l'''*) erste Blätter, *p*) Plumula, *k'* Adventivwurzel. (Original.)

und der Kotyledon eigenartig ausgebildet. Das erstere mündet in einen Kiel, welcher von der Keimblattspitze herabläuft, wodurch sich der Fingerzeig ergibt, wie das in der Mitte oder in der Basis des Keimblattes eingefügte Mittelstück zu verstehen sei.

Die Embryonen des *Juncus communis* E. M. (Fig. 19, 20, Taf. II) werden in der Literatur als unvollkommen entwickelt beschrieben und mit den Orchideen in Vergleich gezogen. Ich selbst konnte diese Angabe nicht bestätigen, da ich alle Bestandteile der Monokotylen auch hier vorgefunden habe. Die Keimung vollzieht sich immerhin auf recht einfache Weise. Die Samen sind in reichlichen Schleim eingebettet (wohlweislich behufs der leichteren Verbreitung in der Umgebung) und stehen lange Zeit mit dem dünnen, langen Kotyledon in Verbindung. Dieser letztere übergeht direkt, ohne ein Hypokotyl zu bilden, in die Hauptwurzel. Aus der scheidigen Basis kommt das erste, schon jetzt zylindrische grüne Blatt (*l'*) zum Vorschein.

Eustrephus latifolius (Fig. 15) stimmt mit *Smilax* insofern überein, als er nach dem Kotyledon ein langes Scheidenblatt (*l'*) bildet, der Kotyledon ist aber kurz, rundlich, einseitig geschlitzt. Auch *Ruscus* keimt auf diese Weise. *Triglochin maritimum* (Fig. 15) erinnert an die Keimung von *Juncus* und der *Alismaceen*. Der zylindrisch-fadenförmige Kotyledon geht in die Hauptwurzel über, ohne Hypokotyl. Später treiben zahlreiche Adventivwurzeln aus der Kotyledonarbasis. *Bulbine semibarbata* (Fig 15) bietet uns ein Beispiel, wo das kurze Mittelstück aus der Mitte des Kotyledons hervortritt. *Hippeastrum hybridum* (Fig. 15) ist dadurch beachtenswert, dass der Kotyledon selbst fleischig verdickt ist und sonach ein zwiebelartiges Organ bildet, während das erste, grüne Laubblatt (*l'*) zu gleicher Zeit bis zur Basis flach, nicht verdickt vorhanden ist. *Haemanthus multiflorus* (Fig. 15) zeigt einen mächtigen, breiten Kotyledon, mit kurzem Hypokotyl, welches fast exogen in die Hauptwurzel übergeht. Im frühesten Stadium erscheint neben der Hauptwurzel eine starke Adventivwurzel (*k'*), welche aber ihren Ursprung tief im Gewebe nimmt und somit eine hohe Coleorhiza (*cl*) ausgestaltet. Die Keimung von *Philydrum lanuginosum* (Fig. 15) ist dadurch interessant, dass die Plumula ganz ungedeckt in einer grubenartigen Vertiefung am Grunde eines flachen, bandförmigen, grünen, nur oben, wo er mit dem Samen zusammenhängt, zylindrischen Kotyledons sitzt.

S. 322, Z. 11, n. A. Im letzten Jahre wurde mir die gewünschte Gelegenheit geboten, die Keimung von *Testudinaria Elephantipes* zu verfolgen und die Bildung der bekannten, riesigen Knollen festzustellen. Die flachen, flügelartig berandeten Samen keimen etwa auf dieselbe Weise, wie die bereits beschriebene *Dioscorea alata* (Fig. 16). Das Keimblatt steckt durch sein verdünntes Ende im Endosperm, welches es aussaugt. Dort, wo es knieartig gekrümmt ist, ist dasselbe scheidig ausgehöhlt und hier bildet sich das erste, grüne Laubblatt (*l'*),

welches zuletzt auf einem langen Stiele aus der kurzen Kotyledonarscheide emporwächst. Unterhalb des Keimblatts gewahren wir ein massives, zylindrisches Hypokotyl, das unten direkt (exogen!) in die Hauptwurzel übergeht. Die scariöse, niedrige Kotyledonarscheide stirbt ab und verschwindet in kurzer Zeit, während das Hypokotyl anzuschwellen und sich kugelig auszubilden beginnt, und zwar in der Weise, dass die Auswölbung auf einer Seite stärker vor sich geht als auf der anderen, infolge dessen die Hauptwurzel und die an deren Basis hervorspriessende Adventivwurzel seitlich an der runden Knolle erscheint. Das Laubblatt stellt sich terminal und umfasst in seiner scheidigen Basis die kleine Innovationsknospe für die nächste Vegetationsperiode.

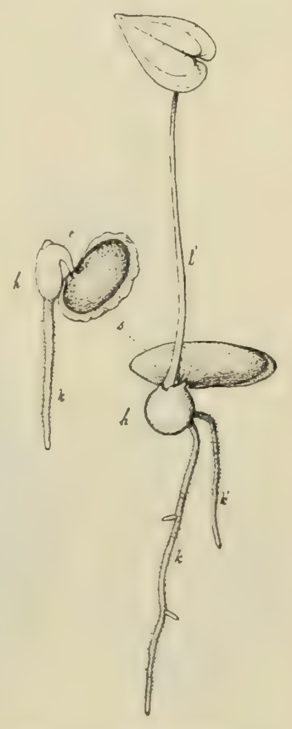


Fig. 16. Testudinaria Elephantipes Burch., Keimpflanze; *c*) Kotyledon, *k*) Hauptwurzel, *k'*) Adventivwurzel, *h*) Hypokotyl, *s*) Same, *l'*) das erste Blatt. (Original.)

Aus dieser Knospe streckt sich nun der beblätterte Stengel empor, verzweigt sich und konstituiert sich definitiv. Wenn dieser Stengel eingeht, so gelangt ein anderer aus einer Basalknospe neben dem alten Stengel zum Vorschein. Nicht selten entwickeln sich schon im Anfang 2—3 gleiche Stengel. Die Knolle nimmt bald an Umfang stattlich zu. In späteren Jahren bildet sich unter der Oberfläche ein Erneuerungsmeristem, aus welchem alsdann neue Gewebeschichten sich anlegen. Die äusserste Rindenschicht stirbt alljährlich ab und muss infolge der Vergrösserung des Volumens bersten und felderartig zerreissen, wodurch die bekannten, prismatischen Schilder auf den grossen Knollen zustande kommen.

S. 322, Z. 24. Statt »80 *cm*« soll stehen: 3—4 *m*.

S. 323, Z. 8, n. A. Bei manchen Palmen ist das Mittelstück mehr oder weniger tief dem Rücken des Kotyledons eingefügt (Fig. 17), so bei *Livistona chinensis* und *Thrinax compacta*, welches Verhalten an die Gattungen Crocus, Tradescantia, Gloriosa, Bulbine u. a. erinnert. Bei der erwähnten *Thrinax* tritt es aus dem kniеartig gekrümmten Kotyledon senkrecht empor. Diese Palmenart ist auch noch dadurch bemerkenswert, dass sie an der Hauptwurzel keine Haare trägt und dieselbe Wurzel direkt und exogen in das kaum merkliche Hypokotyl übergeht (vergl. Gatin). Eine höchst wichtige Keimung weist schliesslich die abgebildete *Oncosperma fasciculata* auf. Hier ist der

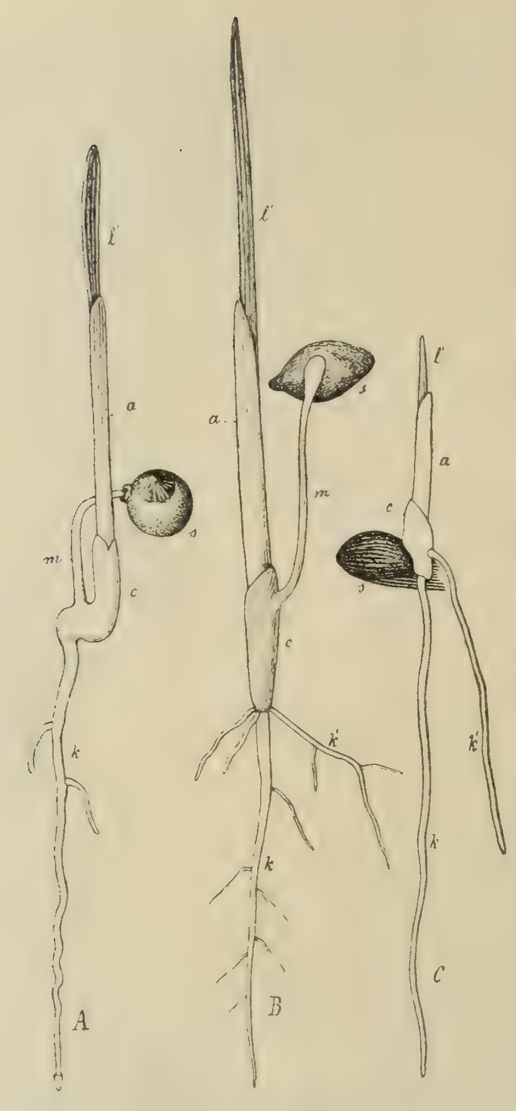


Fig. 17. Keimpflanzen von **Thrinax compacta** Hook. (*A*), **Livistona chinensis** Mart. (*B*), **Oncosperma fasciculata** Bl. (*C*); *c*) Kotyledon, *a*) Scheidenblatt, *l'*) das erste Laubblatt, *m*) Mittelstück, *s*) Same, *k*) Hauptwurzel, *k'*) Adventivwurzel. (Original.)

Embryo am Rande des Endosperms eingefügt, infolge dessen kein Mittelstück zur Entwicklung gelangt und die Keimpflanze dem Samen dicht anliegt, wodurch die Keimung der Gramineen lebhaft nachgeahmt wird. Das Keimblatt ist da ebenfalls kurz und breit, das Scheideblatt (*a*) erinnert an die Coleoptile. Das frühzeitige Hervortreten der mächtigen Adventivwurzel (*k'*) steht auch im Einklang mit den Gräsern. Die Keimpflanze von *Oryza* kann gut mit der *Oncosperma* in Vergleich gezogen werden. In Anbetracht dieser auffallenden morphologischen Beziehungen lässt sich nicht mehr leugnen, dass die Palmen und die Gramineen verwandt und auf die gleichen Vorfahren zurückzuführen sind. Schon Martius (Historia natur. Palmarum) unterscheidet bei den Palmen »germinatio admotiva« (Dictyosperma) und »germ. remotiva« (Phoenix). Die Keimung der Gattungen *Nipa* und *Phytelephas* weicht dermassen von allen Palmen ab, dass dieselbe einen weiteren Wink darbietet, diese Verwandtschaft überhaupt aus dem Palmenkreis auszuschliessen und neben den *Cyclanthaceen* als selbständige Familie zu stellen. Die Früchte der Gatt. *Nipa* sind aussen in eine starke, leichte, wasserdichte, korkähnliche Schicht eingehüllt, vermittels welcher sie auf dem Wasser leicht zu schwimmen vermögen und durch die Meereswellen weit fortgetragen werden (Fig. 18). Wenn sie zuletzt am

Strande im Schlamme sitzen bleiben, so stecken sie mit der breiten Basis im Schlamme, während die verschmälerte Spitze die Keimpflanze auslässt. Das korkige Perikarp bildet auf der Innenseite eine überaus feste Steinschicht. Das Endosperm ist ziemlich weich und hohl. Der Embryo ist gerade und trägt unten ein weiches, birnförmiges Haustorium, welches die Endospermhöhlung ausfüllt. Das Hypokotyl ist walzig, scharf vom Haustorium abgeschnürt und mit einem niedrigen, schuppenförmigen, zuletzt häutigen Kotyledon versehen. Aus diesem tritt alsdann das erste bis vierte Scheidenblatt, ohne gefiederte Spreite, nur mit kurzer, grünlicher Spitze beendet, hervor.

Hier haben wir also den merkwürdigen Fall vor uns, dass sich die Hauptwurzel (radicula) in ein Haustorium umwandelt und die Keimpflanze aus dem Samen in umgekehrter Richtung heraustritt, während bei den Palmen und anderen Monokotylen das Haustorium sich aus dem Kotyledon bildet und der Keimling aus dem Samen mit der Radicula heraustritt. Infolge dessen unterbleibt die Entwicklung der Hauptwurzel und statt derselben entwickeln sich gleich im ersten Keimstadium aus der Achse, dicht oberhalb der Kotyledonarbasis, seitliche Adventivwurzeln und treten dieselben oben seitlich von der Keimspitze hervor. Die weitere Entwicklung ist mir nicht bekannt. Ich möchte indessen glauben, dass die aufgekeimte Frucht 1—2 Jahre lang in den Meeresfluten wandert und hiemit eine Art von Viviparie darstellt. Erst dann lässt sie sich irgendwo am Strande im Sumpfe nieder, treibt oben zahlreiche Wurzeln, welche sich bogenförmig

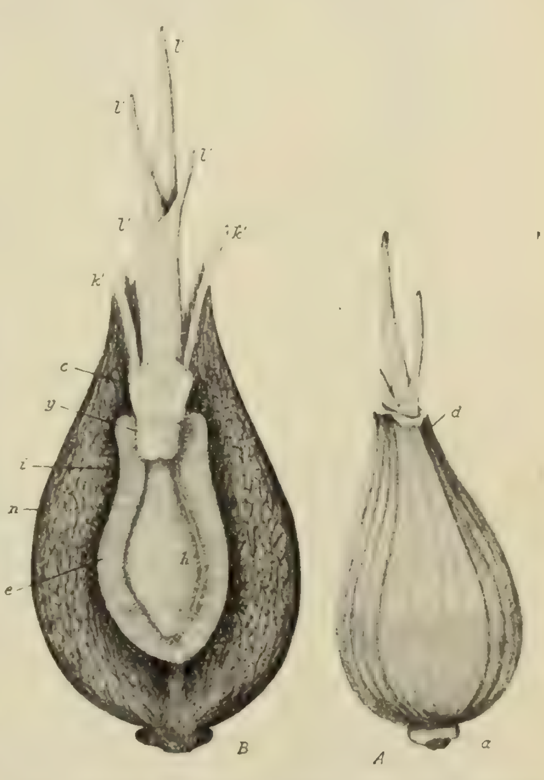


Fig. 18. **Nipa fruticans Wurm.** *A*) Verkl. Frucht im ersten Keimungsstadium, *B*) dieselbe im Durchschnitt; *a*) Fruchtspitze, *d*) Fruchtbasis, *l*) die ersten Schuppenblätter, *c*) Keimblatt, *y*) Hypokotyl, *k'*) Adventivwurzeln, aus der Keimblattachsel hervortretend, *h*) Haustorium, *e*) Endosperm, *i*) Steinschicht, *n*) Korkschicht. (Original.)

nach unten umbiegen und einwurzeln, so dass die junge Pflanze von denselben wie auf Stelzen in der Luft getragen wird. Es wäre wohl vom Interesse, die Lebensverhältnisse dieser Mangrovepalme eingehend in ihrer Heimat zu verfolgen.

S. 330, Z. 27, n. A. Ich hatte neulich die Gelegenheit, auch die Keimlinge der *Zizania aquatica* L. (Fig. 19) zu untersuchen, und bin ich sonach imstande festzustellen, dass diese Gramineenart zu den lehrreichsten gehört. Die erste Beschreibung und treffliche Abbildung derselben hat Baillon (Hist. d. pl.) gegeben. Das Scutellum ist hier sehr lang, den Scheitel der Caryopse erreichend. Unten ist gut zu sehen,

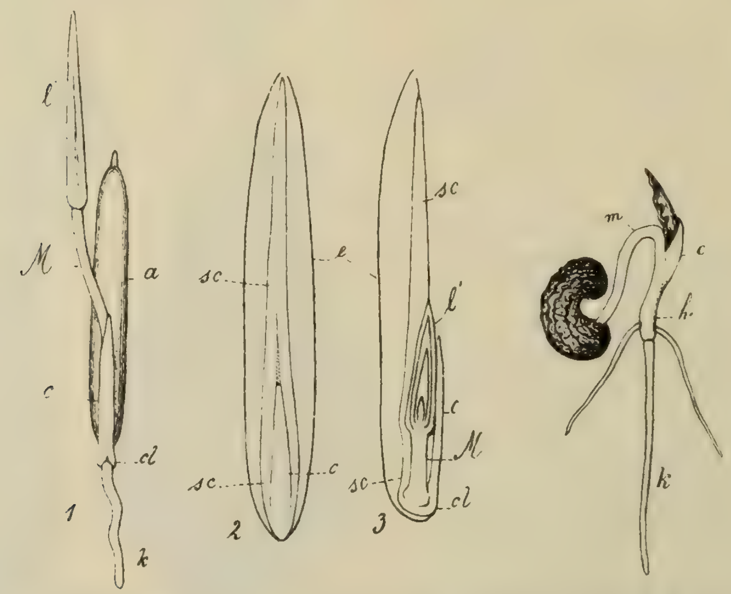


Fig. 19. **Zizania aquatica** L. Keimung. vergr. 1) Keimpflanze, 2) Embryo samt dem Endosperm, 3) dasselbe im Durchschnitt; *a*) Caryopse, *e*) Endosperm, *M*) die Achse, *c*) Epiblast, *cl*) Coleorhiza, *k*) Hauptwurzel, *sc*) Scutellum. **Tacca cristata** Jack. Keimpfl. mit einem epiblastartigen Kotyledon (*c*), *h*) Hypokotyl. *k*) Hauptwurzel, *m*) Mittelstück. (Original.)

wie es die Achsenbasis (*M*) umfasst und auf der gegenüberliegenden Seite in einen langen, die Hälfte der Caryopse erreichenden, schuppenförmigen Epiblast übergeht (3). Wenn wir den ganzen Embryo vergleichen, so ist derselbe von dem Monokotylenembryo gar nicht verschieden, allerdings nur mit der Modifikation, dass der Epiblast nur unten mit dem Scutellum verwachsen ist.

Den merkwürdigsten Beitrag zum Verständnisse der Keimungsgeschichte der Gramineen vermögen wir an der Keimung der brasilianischen *Streptochaeta spicata* (Fig. 20) hinzufügen. Diese Gattung weicht in der Blütenzusammensetzung von allen Gramineen derart

ab, dass sie gleichwohl den Urtypus der Grasblüte vorstellt, aus welchem sich alsdann die Typen aller übrigen unzähligen Gramineen unter dem Einflusse der biologischen Anpassung entwickelt und reduziert haben. Die genannte *Streptochaeta* kann in keiner Beziehung aus der Familie der Gramineen ausgeschieden werden, und trotzdem erblicken wir an ihrem Keimlinge dieselben charakteristischen Bestandteile, welche für alle Monokotylen massgebend sind. Der Embryo tritt aus der Caryopse gänzlich heraus, trägt ein scheidenartiges, mit einem Dorsal- und zwei Seitennerven versehenes Keimblatt (*c*), welches mit dem Rücken der Caryopse zugewendet ist! Am Grunde ist es durch ein kurzes Mittelstück, etwa wie bei *Tigridia* oder *Gloriosa* (l. c.) mit dem, im Endosperm versteckten Haustorium verbunden. Am Grunde sieht man eine lange Coleorhiza, aus der die Hauptwurzel heruntertreibt. Bald nachher kommen auch zwei Adventivwurzeln aus dem unscheinbaren Hypokotyl zum Vorschein. Aus dem Keimblattgrunde treibt das erste, ziemlich kurze Halmglied (*M*), welches die erste Scheide (*l'*) trägt, nach welcher das erste Laubblatt (*l''*) u. s. w. folgt. Die Blattspreite ist am Rande gewimpert und übergeht allmählich in die umfassende Scheide, ohne etwaige Öhrchen zu bilden.

Wenn wir diese Keimung mit derjenigen der Gattungen *Oryza* und *Zizania* vergleichen, so ist es klar, dass (*c*) als das echte Keimblatt und die Scheide (*l'*) als die Coleoptile aufzufassen ist. Diese Coleoptile ist hier aber mit ihrem Rücken von der Caryopse abgewendet, weil das Keimblatt der Caryopse zugewendet ist. Die Scheide (*l'*) ist ferner als selbständiges Phyllom vorhanden und zugleich identisch mit der Coleoptile anderer Gräser. Demzufolge kann die Coleoptile der übrigen Gräser als Bestandteil (Ligularbildung nach Čelakovský) des Keimblatts nicht an-



Fig. 20. **Streptochaeta spicata** Schr. **Keimpflanze, vergrössert; *a*) Caryopse, *M*) die Achse, auf welcher das erste Blatt als Coleoptile (*l'*) hervortritt, *l''*, *l'''*) zweites und drittes Blatt, *c*) Keimblatt, *k*) Hauptwurzel, *k'*) Adventivwurzeln.** (Original.)

gesehen werden. Diese spreitenlose Scheide wiederkehrt übrigens bei den meisten Monokotylen (siehe unten), bei einigen folgen sogar 2—3 nacheinander, was wiederum bei der *Oryza* sein Seitenstück findet.

In der abgebildeten *Streptochaeta* ist unsere Darlegung bestätigt, indem sich hier das Keimblatt nicht in ein Scutellum umwandelt, was auch zur Folge hat, dass sich kein Epiblast entwickelt und die Coleoptile ihre ursprüngliche Stellung beibehalten muss.

Durch die Keimung der *Streptochaeta* ist nunmehr die verwickelte Keimungsgeschichte der Gräser definitiv gelöst und die Morphologie gewinnt hiedurch wieder einen glänzenden Beleg dafür, wie nur die vergleichende Methode imstande ist, die Pflanzenorgane zu erklären.

S. 331, Z. 19, n. A. Einen in dieser Beziehung sehr lehrreichen Beleg für das Verständnis des Gramineenepiblasts liefert uns aber die Keimpflanze von *Tacca cristata* Jack (Fig. 19). Das lange Hypokotyl geht allmählich in ein gleich langes, im Samen vermittels des Haustoriums steckendes Mittelstück über. Dort indessen, wo sich das Mittelstück abtrennt, steht ein taschenförmiges Keimblatt, mit seinem Rücken vom Samen und Mittelstück abgewendet! Im Grunde dieses Keimblatts sitzt die Plumula, welche sodann gleich ein Laubblatt entwickelt. Die sonderbare Ausbildung dieses Keimblatts ist demnach ganz gleich mit dem Epiblast der Gräser.

S. 336, Z. 14. Diese Eigenschaft scheint die ganze Verwandtschaft zu charakterisieren, denn an der Keimpflanze der europäischen *Ramondia* ist stets das eine Keimblatt von beträchtlicherer Grösse als das andere.

S. 350, Z. 36. Dieser Knollenstiel erreicht bei einigen Formen der *Orchis Morio* L. und bei der *Ophrys oestrifera* MB. bis 10 *cm* Länge.

B. Die Wurzel.

S. 372, Z. 40, n. d. W. »Typha«: *Triglochin*, *Luzula*, *Juncus* u. a.

S. 373, Z. 13, n. d. W. »Ochna«: viele *Proteaceen*, *Tacca*, *Aphyllanthes*, *Osyris*, *Xanthorrhea*.

S. 374, Z. 31, n. A. Dass die Wurzeln im Boden senkrecht herunterwachsen, ist eine allgemein verbreitete, wiewohl unrichtige Vorstellung. Dies kann höchstens bei der Mehrzahl der Keimpflanzen seine Geltung haben, die entwickelte Pflanze treibt immerhin ihre Wurzeln in allen möglichen Richtungen, je nach dem Bedarf. Die Wurzeln suchen unter der Erdoberfläche ihre Stütze, ihre Nahrung, ihre Feuchtigkeit, oder verlaufen weit umher, um die Verbreitung ihrer Rasse in der Umgebung mittels der Adventivknospen zu fördern. Einmal habe ich

unter einem alten Nussbaume einen etwa $1^1/_2$ *m* langen und etwa 30 *cm* hohen Grabhügel behufs künstlicher Champignonkultur auf flachem Boden errichtet. Weil die Erde dieses Grabhügels aus nahrhaftem Humus bestand, fand ich zu meiner Überraschung nach 3 Jahren den ganzen Grabhügel voll von feinen Wurzeln, welche also senkrecht hinauf aus den im Boden tief eingesenkten Nusswurzeln getrieben haben, um den aufgeschütteten Grabhügel zur Nahrung auszunützen.

Die Jungpflanzen der gemeinen *Urtica dioica* L. bilden zweierlei Wurzeln: die Hauptwurzel treibt senkrecht herunter und ist wie andere Wurzeln blass, die Seitenwurzeln hingegen verlaufen wagrecht und dicht unter der Erdoberfläche und sind grün, reich an Chlorophyll und teilweise der Assimilation dienlich.

S. 378, Z. 34. Ähnliche Verhältnisse kommen auch bei einigen australischen *Stylidium*-Arten vor, bei welchen jedes Jahr ein Stengelglied mit einer Blattrosette gebildet wird und aus diesem Gliede eine lange senkrechte Wurzel heruntertreibt.

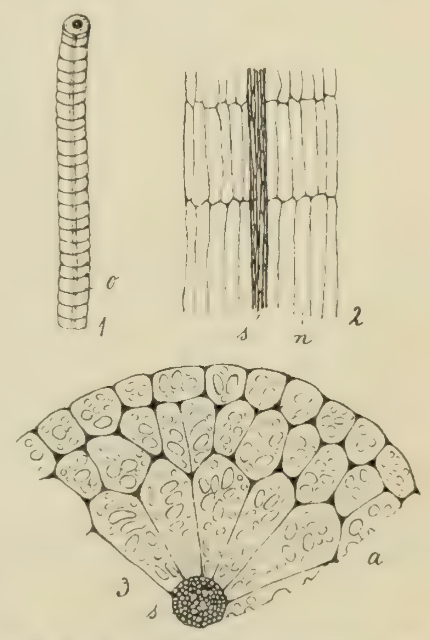


Fig. 21. **Eriocaulon septangulare Wit.** 1) Vergrösserte Wurzelpartie, 2) stark vergr. Längsschnitt, 3) vergr. Querschnitt durch die Scheidewand (*o*). *s*) Zentralgefässbündel, *a*) Poren, *n*) dünnwandige Zellenhülle. (Original.)

Die in den Sandwüsten wachsenden, perennierenden Gräser, deren Halm oder Rhizom niederliegend oder aufsteigend ist, treiben regelmässig aus den Knoten lange Adventivwurzeln, welche, so lange sie den Boden nicht erreichen, ganz kahl, haarlos sind, und erst, wenn sie in die Erde eindringen, dichten Haarfilz entwickeln (Oplismenus rariflorus Presl, Mühlenbergia setarioides Fourn., Ischaemum ciliare Retz.). Diese Wurzelbildung erinnert einigermassen an die bekannten Wurzelträger bei *Selaginella*.

S. 378, Z. 36. Die Windpflanzen und kriechenden Kräuter pflegen regelmässig kräftige, tief in die Erde eindringende Wurzeln zu entwickeln. So besitzt die gemeine *Potentilla reptans* L. eine einfache, bis 1 *m* lange, senkrechte, starke Pfahlwurzel.

S. 383, Z. 26, n. A. Eine merkwürdige Wurzelanpassung an das Wasser- und Sumpfleben tritt bei vielen Arten der Gattung *Eriocaulon* (Fig. 21)

in Erscheinung. Aus dem kurzen, starken Rhizom gehen zahlreiche, einfache, wurmartige, aussen schon makroskopisch zierlich geringelte Adventivwurzeln, welche keine Haare tragen, statt dessen aber rings um das einzige Zentralbündel langgezogene, höchst dünnwandige Saugzellen in mehreren Schichten entwickeln. Um dieser Saugschicht Festigkeit zu verleihen, bildet sich in regelmässigen Abständen eine Querschicht, deren Zellen ziemlich dickwandig und durch zahlreiche grosse und kleine Poren durchlöchert sind, wodurch die Saftkommunikation zwischen den getrennten Saugpartien bewerkstelligt wird.

S. 384, Z. 32. *Curcuma Zedoaria* Rosc. (Zingib.) besitzt gleichermassen rundliche Wurzelknollen, welche aber vermittels dünner Wurzelstiele aus einem fleischigen, dicken Rhizom hervortreten.

S. 384, Z. 24. Dies tritt noch deutlicher bei dem ausdauernden *Sedum Telephium* u. v. in Erscheinung, wo die Wurzeln an der Stengelbasis walzenförmig verdickt und mehrmals eingeschnürt sind, am Ende jedoch sich in ein vielfach verzweigtes, fein fadendünnes Geflecht auflösen (Fig. 22).

S. 384, Z. 33, n. A. Seltener geschieht es, dass auch die Hauptwurzel der einjährigen Krautpflanze knollenartig verdickt ist und nur fadendünne Seitenwurzeln an der Knolle entwickelt, welche sodann die Funktion der Wasseraufnahme verrichten. Dieser Fall ist bei der Gartenart *Nicotiana affinis* bekannt, wo auch späterhin aus dem Hypokotyl seitliche, walzenförmige, verdickte Wurzeln hervorspriessen. Welchen Zwecken hier die knollige Verdickung dienlich wäre, da die Pflanze einjährig ist, vermag ich nicht zu ergründen.

S. 385, Z. 30. In denjenigen Fällen, wo die ausdauernde Pflanze wiederholt Erneuerungsknospen auf dem Scheitel der starken, senkrechten, mächtigen Pfahlwurzel erzeugt, verschwindet die Grenze zwischen der Vegetativachse und der eigentlichen Wurzel in morphologischer, sowie in anatomischer Beziehung. Ein derartiges Beispiel bietet uns die gemeine *Armoracia rusticana*, welche eine bis 1 *m* lange, einfache, senkrechte, dicke Wurzel besitzt, die mehrere Jahre hindurch am Scheitel neue Blütenstengel emportreibt. Es kann überhaupt die Erfahrung als allgemein geltend angeführt werden, dass im Alter das Kaulom- und Wurzelelement anatomisch zusammenfliesst, obwohl dasselbe in der Jugend so scharf voneinander getrennt war. Hiemit ergibt sich wiederum der Nachweis wie bedeutungslos die Anatomie bei der morphologischen Abschätzung der Organe ist.

S. 389, Z. 5, n. A. Die zierliche Hauspflanze *Clivia miniata* (Amaryl.) treibt aus starkem Rhizom zahlreiche, lange Adventivwurzeln, deren unterer Teil in der Erde steckt, der obere Teil aber, bogenförmig hervorgewölbt, die Kommunikation mit der Luft versorgt.

S. 395, Z. 8, n. A. Interessante Beiträge zur Kenntnis der Podostemonaceen hat neulich M a t t h i e s e n veröffentlicht.

S. 397, Z. 18, n. A. Es ist wahrscheinlich, dass die Pneumatophorenbildung



Fig. 22. **Sedum Telephium L.** Stengelbasis mit knollig verdickten Wurzeln (*k*). *b*) der alte Stengel mit Erneuerungsknospen (*o*), *a*) der heurige Stengel. Etwas verkleinert. (Original.)

ziemlich häufig in verschiedenen Verwandtschaften verbreitet ist; so wurde sie auch bei einigen Palmen und neulich auch beim *Pandanus* nachgewiesen (K a r s t e n, S c h o u t e).

Noch eine andere, sonderbare und zweifelsohne ebenfalls zur Respiration dienliche Wurzelvorrichtung ist bei der in Gärten kultivierten Saxifragacee *Petiphyllum peltatum* vorzufinden, welches mit seinen dicken, fleischigen, zweizeilig beblätterten Rhizomen sumpfige, von fliessendem Wasser durchnässte Standorte bewächst. Die Rhizome treiben herunter lange, dicke, unterirdische Wurzeln, welche am Ende mit langen Haaren dicht bekleidet sind, aus welchen sich aber oben Seitenwurzeln entwickeln, die sich wiederholt in sehr dünne, nackte Würzelchen verzweigen, nach oben streben (negativ geotropisch) und sich zu einem dichten, undurchdringlichen Filze zusammenflechten, in welchem die Rhizome fest eingebettet sind. Dort, wo die Rhizome hinkriechen, ist die ganze Erdoberfläche von dem kompakten Wurzelteppich überzogen. Diese dünnen Würzelchen mögen wohl nur zur Respiration und möglicherweise auch zur Festigung der Rhizome dienlich sein.

S. 405, Z. 10, n. A. Eine merkwürdige biologische und morphologische Wurzeladaptation findet man an der xerophilen Liliacee Kaplands, *Anthericum triflorum* Ait. (Trachyandra, Fig. 23). Am kurzen Wurzelstocke dieser, unserem *A. Liliago* ähnlichen Pflanze sehen wir dreierlei Wurzeln. Die unterirdischen sind teilweise lang, dünn, von gewöhnlicher Form und Ausbildung, teilweise ziemlich stark, verdickt und an der Oberfläche mit langen Haaren bekleidet. Die letzteren dienen wohl nicht nur als typische Wurzeln, sondern auch als Speicherorgane. Über die Erdoberfläche treten aber noch andere, sehr zahlreiche, walzenförmig verdickte, fest zugespitzte, harte Wurzeln, die negativ geotropisch sind, indem sie hinauf streben, dicht gedrängt sind und ein förmliches, mit zerfaserten Scheidenresten gemischtes Nest bilden, in dessen Mitte der Blütenstengel emportritt und seitwärts Überreste des vorjährigen Stengels wahrnehmen lässt.

Es ist nun die Frage, wozu diese auf den ersten Blick den Pneumatophoren der Jussiaea ähnlichen Wurzeln dienlich sind. Sie sind auf der Oberfläche glatt, blass und sehr hart infolge einer Rindenschicht dickwandiger, in 5—8 Etagen angeordneter Zellen, welche im lebendigen Zustande wahrscheinlich bloss mit Wasser oder Luft gefüllt sind. Innen verläuft ein dünnwandiges, parenchymatisches Gewebe mit einem Zentralstrang. Dieses Gewebe enthält Reservestoffe und dient dasselbe gewiss als Speicherorgan, welcher Umstand im Einklange mit den übrigen anatomischen Verhältnissen es nicht als zulässig erscheinen lässt, diese Wurzeln als Atmungsorgane aufzufassen. Ihre nestartige Anhäufung, sowie die feste Aussenrinde weist vielmehr darauf hin, dass sie den gleichen Dienst versehen, wie die Zwiebelschuppen der Zwiebelpflanzen. Die in der Scheidenachsel am Rhizom angelegte Erneuerungsknospe wird von denselben

gedeckt, geschützt und, wenn sie im Frühjahr emportreibt, auch genährt, worin die Pflanze auch durch die verdickten, unterirdischen Wurzeln unterstützt wird. Es ist dies demnach der erste bekannte Fall, wo die Wurzeln die Funktion der Zwiebel übernehmen.

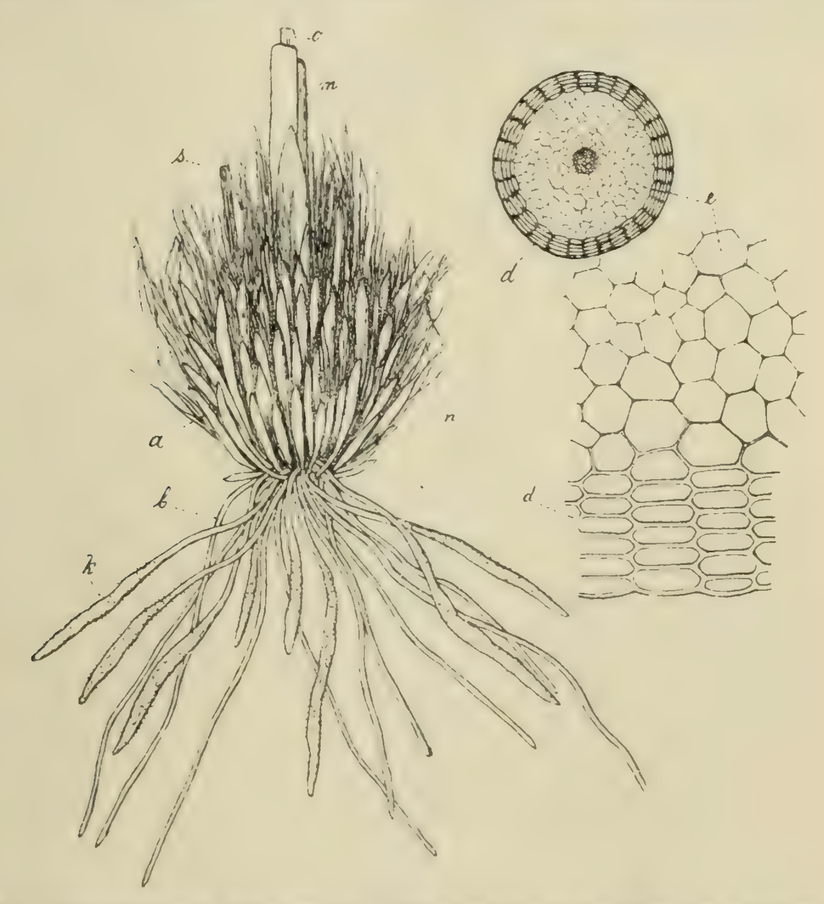


Fig. 23. **Anthericum triflorum** Ait. Die untere Partie der Pflanze samt Wurzeln, in natürl. Grösse. *a)* Negativ geotropische, oberirdische Wurzeln. *b)* unterirdische, dünne Wurzeln. *k* unterirdische, verdickte und reichhaarige Wurzeln. *n)* Scheidenfasern, *s)* abgestorbener, vorjähriger Stengel. *m)* grundständige Scheiden. *o)* blühender Stengel. Rechts die oberirdische Wurzel im Durchschnitt, *d)* dickwandige Rindenzellen, *e)* dünnwandige Speicherzellen. (Original.)

C. Das Blatt.

S. 409, Z. 18. Noch auffallender sind in dieser Hinsicht die Blätter des im Frühjahr aufblühenden Grases *Hierochloa australis* ausgestaltet. Sie sind lang, bandförmig-flach, auf der Innenseite weisslich-grau und matt, auf der Aussenseite aber sattgrün und glänzend. Diese Blätter drehen sich gleichermassen wie bei *Melica nutans*, infolgedessen die matte Bauchseite zur Unter- und die grüne Rückseite zur Oberseite wird.

S. 410, Z. 18, n. A. Die Teilung der Blattspitze in zwei gleiche Lappen ist an den normalen Assimilationsblättern zuweilen als eine Ausrandung angedeutet, sonst gelangt sie selten zum Vorschein. Bei den Farnblättern ist hingegen diese Erscheinung recht häufig und sogar für manche Arten charakteristisch (S. 206). Im wesentlichen lässt sich diese Blatteilung nur als eine Reminiszenz an die kryptogamische Dichotomie auffassen. In den Blüten ist die Doppelteilung der Blütenhülle, der Stamina und der Karpelle eine allgemeine Tatsache und spielt in dem Blütenplane eine wichtige Rolle

Schon bei der Beschreibung der Keimpflanzen haben wir gehört, dass die Keimblätter der polykotylen Pflanzen nicht selten eine Spaltung erfahren, wodurch statt zwei Keimblätter 3 und mehrere zustande kommen. Hiedurch erklären sich alle normalen Fälle, wo 3—8 Keimblätter im Kreise regelmässig entwickelt sind. Abnormer Weise gelangt immerhin die Teilung der Assimilationsblätter bei vielen Arten recht häufig zum Vorschein. Als Beispiel mag hier die abgebildete *Salix amygdalina* und *Phaseolus multiflorus* (Fig. 24, 25) angeführt werden. Im ersten Stadium ist das Blatt nur im Vorderteile breiter und bloss der Mittelnerv gespalten. Im zweiten Stadium spaltet sich die Blattspitze und im weiteren Stadium teilt sich das Blatt bis zur Basis, so dass zwei gleich grosse und gleich geformte Blätter nebeneinander am Zweige stehen. Hiedurch erklärt sich auch die eigenartige Erscheinung in der Phyllotaxie, wenn an einem Sprosse mit spiralig gestellten Blättern plötzlich zwei Blätter fast gegenständig wahrzunehmen sind. Sie sind aber nicht vollkommen gegenständig, sondern schliessen einen kleineren Winkel als 180⁰ ein.

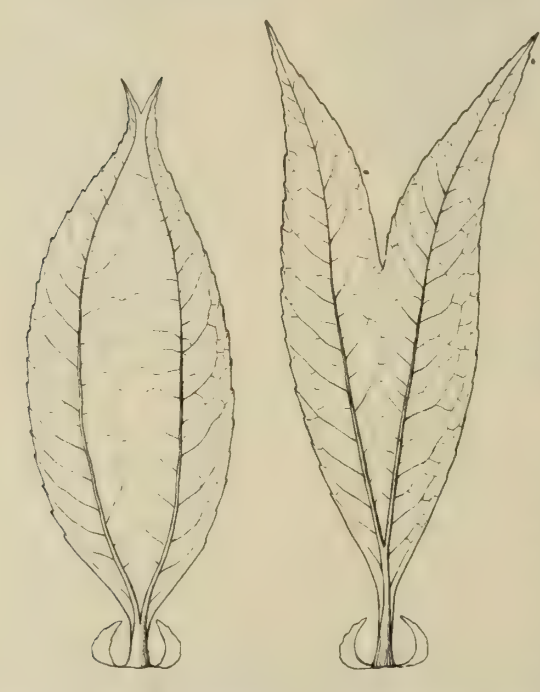


Fig. 24. **Salix amygdalina L. Dichotomische Teilung des Blatts. (Original)**

Ein anderes Beispiel liefert uns der *Phaseolus multiflorus*. Auf den ersten Blick möchte es fast scheinen, als ob hier ein paarig ge-

fiedertes Blatt vorliegen würde. Man sieht allerdings im Winkel des oberen Blattpaars keine Spitze (als Rudiment des endständigen Blättchens). Es ist nichts anderes als ein gewöhnliches dreizähliges Blatt, dessen endständiges Blättchen sich bis zur Basis in zwei gleich gestaltete Blättchen geteilt hat. Es soll ausdrücklich bemerkt werden,



Fig. 25. **Phaseolus multiflorus W.** Dichotomisch geteiltes endständiges Blättchen. (Original.)

dass diese eigentümliche Blattbildung bei der genannten Art keine Seltenheit ist. Im Jahre 1886 hat sie schon Kronfeld beschrieben.

Merkwürdige Verhältnisse treten ein, wenn die Chorise in der Infloreszenz in den Stützbrakteen stattfindet. Die Braktee teilt sich in gleicher Weise wie das beschriebene Salix-Blatt mehr oder weniger tief, bis schliesslich zwei gleiche Brakteen nebeneinander stehen. Diese Chorise hat nun in allen Fällen auch die Teilung der

Blütenachse oder der ganzen Blüte zur Folge. Diese Blütenteilung ist in den Blütenständen eine weit verbreitete und bekannte Erscheinung, es wurde derselben indessen seitens der Botaniker wenig Aufmerksamkeit gewidmet. Die Spaltung der Blüte beginnt allenthalben im Fruchtknoten, und zwar in der Weise, dass in einer normalen, einfachen Blüte zwei gleich gestaltete und zum Stützblatt gleich orientierte Fruchtknoten vorhanden sind. Im vorgeschrittenen Stadium spalten sich auch die übrigen Blütenteile, manchmal nur dermassen, dass sich bloss in einem Perigonkreise ein Blatt verdoppelt. In den weiteren Stadien verdoppeln sich mehrere Glieder eines jeden Kreises, bis schliesslich eine Blüte zweimal so viel Glieder enthält, als es im normalen Zustande die Regel ist. Zuletzt spaltet sich auch die Blütenachse, so dass zwei gleich zusammengesetzte Blüten nebeneinander stehen und nur noch im Blütenstiele zusammenhängen. Alsdann trennen sich auch die Blütenstiele, die von zwei Brakteenhälften gestützt werden. Alle dergleichen Blütenstadien kann man schön an Blütentrauben der *Reseda odorata* verfolgen.

Die Blüten, in welchen nur der Fruchtknoten verdoppelt ist, sind stets anders geformt als die normalen Blüten im Blütenstande. Sie sind am häufigsten grösser oder wenigstens breiter, wenn zygomorph, so mit eigenartig differenzierten Lippen, je nach der Zahl, nach welcher die Blüte aufgebaut ist. So fand ich eine im Fruchtknoten gespaltene Blüte von *Digitalis ambigua*, welche nach 8 aufgebaut war und die Corolle nach dem zygomorphen Verhältnisse $^2/_6$ ausgebildete Lippen trug.

Ich habe sogar an dikotylen Keimpflanzen (Asimia triloba, Prunus domestica u. a.) beobachtet, dass sich das erste, nach den Keimblättern folgende Laubblatt teilte, infolge dessen aber sofort auch der Stengel zur Teilung hinzutrat und zwei ganz parallel belaubte und hinaufwachsende Sprosse bildete — also eine wahre Dichotomie!

Die Teilung der Stützblätter und die ihr folgende Teilung der Tochter- oder sogar der Mutterachse ist gleichzeitig als eine Bestätigung der Anaphytosentheorie anzusehen, indem hiedurch der innige Zusammenhang aller dieser Bestandteile klargelegt wird.

S. 411, Z. 6. Neulich haben ähnliche Gebilde Clos, Perrot, Migliorato, Guéguen, Vuillemin u. a. wiederholt beschrieben.

S. 411, Z. 19. Die Doppelcorolle der *Sinningia speciosa* hat schon Morren im Jahre 1865 beschrieben und richtig erklärt.

S. 412, Z. 15, nach dem Worte »Arten« schalte ein: Von den Botanikern wurden gewöhnlich diese Bildungen mit dem Namen »*Ascidie*« belegt und in neuerer Zeit (1907) von Vuillemin als »*Scyphien*« bezeichnet.

Die Ascidien und die doppelspreitigen Blattbildungen scheinen insbesondere in den Blüten verbreitet zu sein. Beispiele bei den Caryophyllaceen und Sapindaceen werden im III. Teile näher besprochen werden. Hier mag nur ein interessanter Fall bei *Hibiscus furcatus* Roxb. (Fig. 26) erwähnt werden. Unterhalb des Kelches dieser Art befindet sich ein Involucrum von 10—15 bogenförmig aufwärts gerichteteten Blättchen, welche etwa in der Rückenmitte ein flaches, lanzettliches Anhängsel differenzieren lassen, dessen Fläche mit derjenigen des Blättchens parallel verläuft und sonach ein doppelspreitiges Blatt vorstellt. Die einander zugewendeten Seiten sind gleich gefärbt und ähnlich grob-behaart

S. 415, Z. 15, n. d. W.: »Pterocarya«: *Juglans.*

S. 416, Z. 41. Eine Arbeit älteren Datums hierüber existiert von Clos, welcher die Vernation auch mit dem Terminus »préfoliation« belegt.

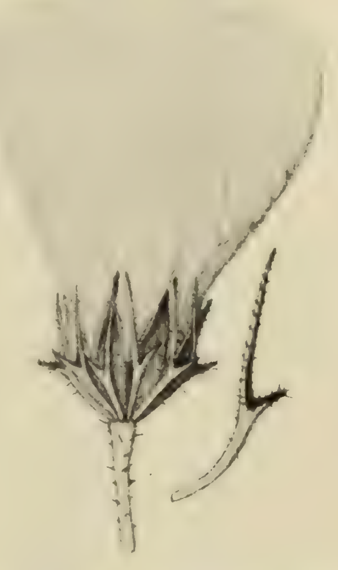


Fig. 26. **Hibiscus furcatus Roxb. Eine Blüte, deren Involucralblätter eine doppelspreitige Teilung zeigen. (Original.)**

S. 424, Z. 8. Infolge dessen besteht die ganze Pflanze zur Winterzeit aus lauter bandförmigen, regelmässig gegliederten, grünen und durchaus blattlosen Ästen (Fig. 27). Die Glieder durchläuft ein einfacher Mittelnerv und die Gliederspitze ist mit einer Narbe nach den abgefallenen, zweireihig gestellten Blättern bezeichnet. Die Gliederspitze ist hoch über die Insertion des folgenden Glieds vorgezogen, verflacht und in die flügelartige Stengelpartie übergehend, so dass sie sich als Blattpolster (*k*) behauptet und die Funktion der Deckung der Seitenknospe (*p*) verrichtet. Beiderseits der Blattnarbe sind zwei kleine Stipeln (*s*) wahrzunehmen. Die distichische Blattstellung verwandelt sich an den Astbasen in eine spiralige (*b'*) und die Stengelflügel reduzieren sich auf blosse Kanten wie bei *Sarothamnus.*

Im Frühjahre entspringen aus der Knospe (*p*) drei behaarte Ästchen, eines in der Mediane, zwei seitliche als Tochterzweige zu den Vorblättern (α, β) in der Transversale orientiert. Diese Ästchen tragen flache, grüne Blätter, welche der flügellosen Achse aufsitzen und im Frühjahre der Assimilation dienlich sind. Erst im Sommer fallen sie weg und die Achse beginnt die bandförmige Gestalt anzunehmen, indem die Blätter verkümmern, bis sie zuletzt als blosse

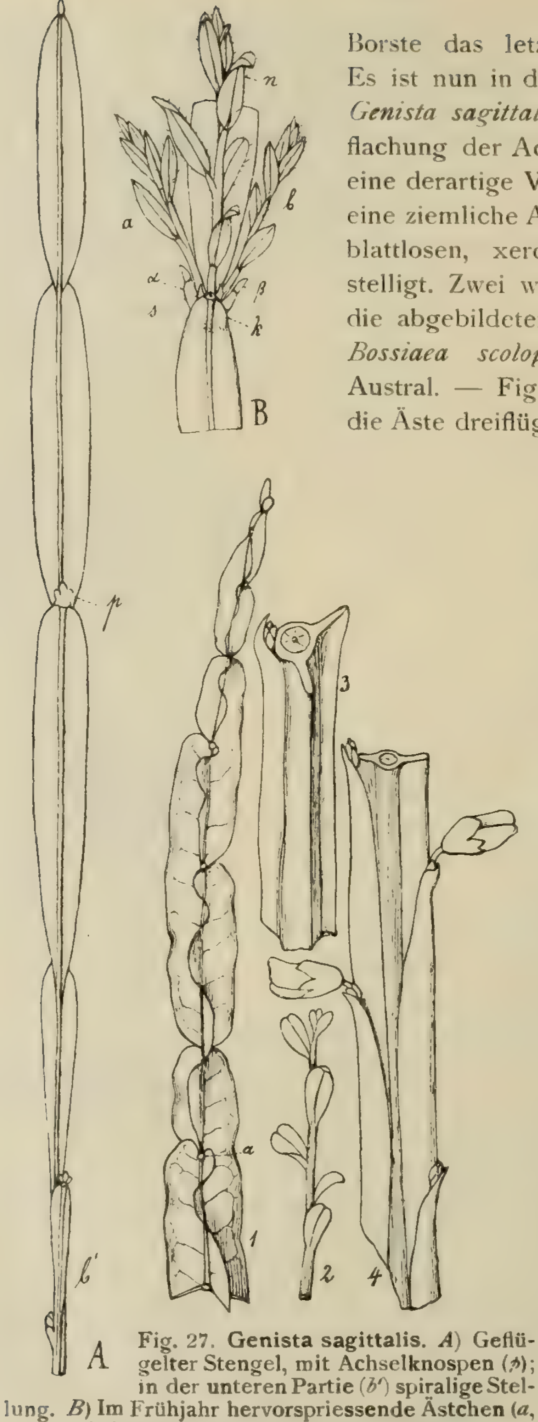


Fig. 27. **Genista sagittalis.** *A*) Geflügelter Stengel, mit Achselknospen (*p*); in der unteren Partie (*b'*) spiralige Stellung. *B*) Im Frühjahr hervorspriessende Ästchen (*a*, *b*, *n*); *s*) Stipulae des abgefallenen Blatts (*k*). — 1, 2) **Baccharis trinervis**, *a*) Achselknospe, 2) junges, flügelloses Ästchen, mit spiraligen Blättern, 3) **Daviesia alata**, 4) **Bossiaea scolopendrium**. (Orig.)

Borste das letzte Glied abschliessen (*l*). Es ist nun in dem vorliegenden Falle der *Genista sagittalis* unstreitig, dass die Abflachung der Achse selbst erfolgte. Durch eine derartige Verflachung der Achse wird eine ziemliche Anzahl von spartiumartigen, blattlosen, xerophilen Pflanzen bewerkstelligt. Zwei weitere Beispiele bieten uns die abgebildeten *Daviesia alata* Sm. und *Bossiaea scolopendrium* Sm. (Legum., Austral. — Fig. 27). Bei der ersten sind die Äste dreiflügelig, bei der zweiten zweiflügelig dergestalt, dass die zu blossen Spitzchen reduzierten Blätter mit ihren Basen oder Polstern direkt in die Flügel übergehen, was noch die herablaufenden Linien deutlich erkennen lassen. Als weitere Beispiele mögen hier noch erwähnt werden: *Trachymene compressa* Spr. (Umbell.), *Limonium*-Arten (die Gattung Statice), *Thesium angulosum* DC. u. a.

Die Stengelflügeligkeit wird in den meisten Fällen durch das Herablaufen der Blätter bewirkt, wie oben bei *Symphytum* bemerkt wurde. Zahlreiche Beispiele bieten uns die Compositen aller Länder (Helenium autumnale Lm., Verbesina pterocaula DC., Pluchea subdecurrens Cass.). Wenn zu dieser Stengelformation gleichzeitig die Abortierung der Blätter hinzutritt, so kommen geflügelte Stengel

zustande, welche dem Anscheine nach an die beschriebene Genista sagittalis erinnern. Denselben Fall haben wir bei den brasilianischen Arten *Baccharis sagittalis* DC. und *B. trinervis* Pers. (Fig. 27). Es sind dies Sträucher, deren Äste breit-dreiflügelig und grün ausge-



Fig. 28. **Crotalaria alata** Buch. Stengelpartie mit breiten Stipularflügeln, *σ*) die Achse. *a*) die Blütentraube auf die Mutterachse (*σ*) hinaufgeschoben. *n*) Stützbraktee, *α*) Vorblatt, *b*) Serialspross, *x*) Nebenblätter. *A*) Stützblatt. (Original.)

bildet sind. Die Blätter sind auf ein kleines Zähnchen reduziert, dessen Ränder an der Insertion am Stengel herablaufen. Die aufspriessenden Ästchen tragen allerdings flache, spiralige, nicht herablaufende Blätter.

Hin und wieder laufen auch die Stipeln an ihren Basen herab. Hiezu mag die abgebildete, morphologisch interessante *Crotalaria bialata* Roxb. (Fig. 28) dienlich sein.

Die Blattstiele oder auch die Blattrücken selbst können ebenso flügelartig erweitert werden und am Stengelgliede herablaufen, so dass hier abermals eine andere Kategorie von geflügelten Stengeln vorliegt (Hypericum-Arten, Dioscorea convolvulacea Ch. Schl., Acacia stenoptera Bnth.). Auf die nämliche Weise können schliesslich auch jedwede Stengelkanten flügelig erweitert werden (Evonymus alatus Rupr., Hypocalymna cordifolium Sch.), so dass die Stengelflügeligkeit auf mannigfachem morphologischem Wege zustande kommt. Die bereits angeführte letzte Kategorie von Stengelflügeln kann wohl als Emergenzen mit mannigfacher anatomischer Struktur aufgefasst werden.

S. 424, Z. 8—19 ist zu streichen.

S. 424, Z. 41. Bei *Exochorda Alberti* Regel gelangt diese Nebenblattbildung regelmässig in der Weise zum Vorschein, dass die unteren Blätter freie Stipeln an der Insertionsbasis tragen, auf den oberen aber verschieben sich die Stipeln allmählich am Stiele der Spreite hinzu, bis sie zuletzt mit derselben als Zähne verschmelzen. Die nämliche Erscheinung ist ebenfalls an den diesjährigen Sprossen der Gattung *Populus* nicht selten anzutreffen, wo die einfachen Nebenblätter dem Blattstiele anwachsen und mit der Blattspreite verschmelzen.

S. 425, Z. 13, n. A. In einer inhaltsreichen und die Stipularbildung allseitig behandelnden Arbeit Domins (1911) wird die phylogenetische Entwicklung der Nebenblätter bei den Phanerogamen von einem anderen Gesichtspunkte aus dargestellt, als es bisher in der geläufigen Literatur vorzufinden ist. Domin weist mit Recht darauf hin, dass die erste Nebenblattbildung durch die scheidige Erweiterung der Blattbasis zustande kommt. Wenn sich nun diese Scheide stark entwickelt, so kann dieselbe auf zweiter Stufe oben zwei zahnartige Öhrchen tragen, welche schliesslich zu blattartigen Anhängseln heranwachsen — ein Beispiel bietet uns die Gattung *Rosa*. Diese Öhrchen können aber auch mannigfaltige andere Formen annehmen, sie können sich sogar auf die Innenseite des Blattstiels oder der Blattspreite verschieben, in der Mediane zusammentreffen und hier schliesslich zu einer intrapetiolaren Ligula zusammenwachsen. Als Belege hiefür mögen uns die in unserem Werke erwähnten Beispiele von *Potamogeton lucens*, *Juncus lamprocarpus* und *Rhynchospora nitida* dienen. Wenn nunmehr die Scheide auf weiterer Stufe sich dermassen verkürzt, dass die Scheidenöhrchen als freie Seitenzipfel am Blattstiele oder die Ligula als freie intrapetiolare Scheide zu Tage treten, so erhalten wir die freien, seitlichen Nebenblätter oder eine

intrapetiolare Ligula, beziehungsweise eine Ochrea, wie dieselben mehrfach bekannt sind.

Diesen Erörterungen Domins zufolge gibt es eigentlich keine Nebenblätter, sondern nur scheidige Erweiterungen der Blattbasis und ihre Modifikationen. Sollte es nebstdem noch etwaige Nebenblätter geben, so müssten diese Nebenblätter auch dann an den Seiten des Blattstiels zum Vorschein gelangen, wenn gleichzeitig derselbe Blattstiel, scheidig erweitert und mit Scheidenöhrchen versehen, vorhanden wäre. Ein derartiger Fall ist jedoch nirgends bekannt.

In diesem Sinne haben nach Domin die Monokotylen keine Nebenblätter, in diesem Sinne müssen aber auch folgerichtig den Dikotylen die Nebenblätter abgesprochen werden — was leider bei Domin klar und konsequent nicht zum Ausdruck gebracht wurde.

Die auf der Lehre Wydlers, Colombs und Tylers gegründeten prinzipiellen Darlegungen Domins sind wohl gerechtfertigt, insbesondere wenn wir uns die Anaphytosentheorie und die von uns angenommene zweigliederige Ausbildung der Blätter vor Augen halten. Es ist in dieser Hinsicht unstreitig, dass ein scheidig mit dem ganzen Umfange umfassendes Blatt dessen Urform darstellt, wie man dieselbe an den Gramineen, Palmen, Umbelliferen oder allgemein an den Keimpflanzen zu erblicken pflegt. Die Keimpflanze trägt durchweg Blätter mit scheidig erweiterten Basen. Es ist allerdings ganz natürlich, dass der Anaphyt in ein mit seinem ganzen Umfange umfassendes Blatt übergeht. Die Scheide kann sich fernerhin zu einem Blatte direkt entwickeln, oder setzt oben auf der Dorsalseite ein Spitzchen auf, aus welchem sodann eine breite, grüne Spreite als zweites Glied heranwächst. Hiemit gelangt die Blattert wicklung zur zweigliederigen Gestalt

In Anbetracht dieser Auseinandersetzungen fällt die alte Anschauung, dergemäss die Nebenblätter als selbständige Organe und die seitenständigen freien Nebenblätter als ursprüngliche Form aufzufassen wären. Alle Stipularbildungen sind nun im wesentlichen nur Bestandteile der Scheidenbasis eines Blattes.

Diese Theorie findet in unzähligen Fällen, wenn man dieselben gegenseitig vergleicht, ihre Bestätigung. Wir verweisen beispielsweise auf die keimende *Potentilla argentea* oder *Rosa canina* (Fig. 10, 11), wo tatsächlich die ersten Blätter bloss eine scheidig erweiterte Basis zeigen und erst die nachfolgenden zur Bildung der »angewachsenen Stipeln« herantreten.

Dieser Theorie zufolge stellen uns die mit ihrem ganzen Umfange umfassenden Blätter den ursprünglichen Typus dar, die bloss scheidentragenden, gestielten Blätter den zweiten, mehr abgeleiteten Typus, und die gestielten, scheidenlosen, mittels einer engen Basis

aufsitzenden Blätter der dritten, am meisten degenerierten Typus. Es wären demnach die Monokotylen als ein älterer Pflanzentypus als die Dikotylen anzusehen, eine Idee, welche schon von manchen Autoren ausgesprochen wurde, und welche auch durch die Embryologie, die Keimungsgeschichte und durch systematische Ergebnisse bestätigt wird.

Die phylogenetische Entwicklung der Nebenblätter lässt sich am besten auf den Keimpflanzen und auf den Hochblättern verfolgen. Hieraus ergibt sich, was zur Scheide, was zu den Stipeln und was zum Stiele und zur Spreite gehört. Wenn man diese Vergleichungsmethode anwendet und überdies noch verschiedene andere Gattungen und Familien zuhilfe nimmt, so gelangt man zu richtigen morpho-

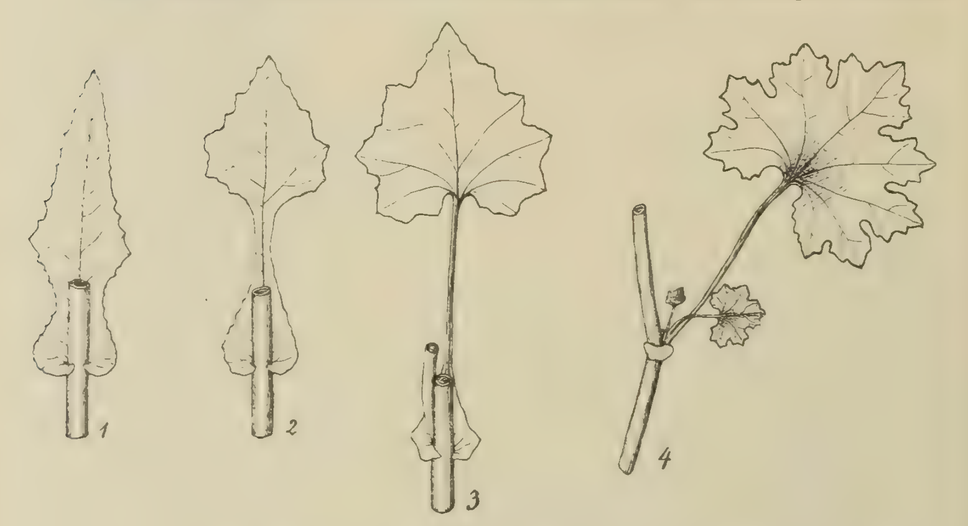


Fig. 29. 1—3) **Cineraria lactea W., 4) C. geifolia L., nebenblattartige Gebilde. (Original.)**

logischen Schlüssen. Die Ontogenese und Anatomie allein können hier die ganze Frage nur in Verwirrung bringen.

S. 425, Z. 43, nach dem Worte »oleraceus«: *S. tenerrimus*, *Gynura japonica*, *Perdicium brasiliense*, *Ximenesia encelioides*, *Cineraria geifolia* u. a.)

S. 425, Z. 44, nach dem Worte »darstellen«: Erblickt man z. B. das Stengelblatt der *Cineraria geifolia* (Fig. 29), so wird man ohne weiters die der Stielbasis aufsitzenden, rundlichen Öhrchen für Nebenblätter halten, welche immerhin nur eine abgeteilte Basalpartie der Blattspreite darstellen, was am besten aus dem Vergleiche mit den oberen Blättern der nahe verwandten Art *C. lactea* erhellt. Die Compositen sind ja nirgends mit Nebenblättern ausgestattet.

S. 427, Z. 22, n. A. Die plagiotrope Lage und die Disposition der Blätter bewirkt zuweilen eine ungleiche Entwicklung der Nebenblätter oder

kann ihre gänzliche Unterdrückung zur Folge haben. So sind z. B. bei manchen *Sterculiaceen* oder bei den *Lotononis*-Arten die Nebenblätter nur an einer Seite des Blattstiels vorhanden.

S. 427, Z. 28. *Viola delphinantha* Boiss. (Athos) besitzt scheinbar dreizählige Blätter mit 3 länglichen, ganzrandigen Blättchen, von denen die seitlichen den Nebenblättern angehören.

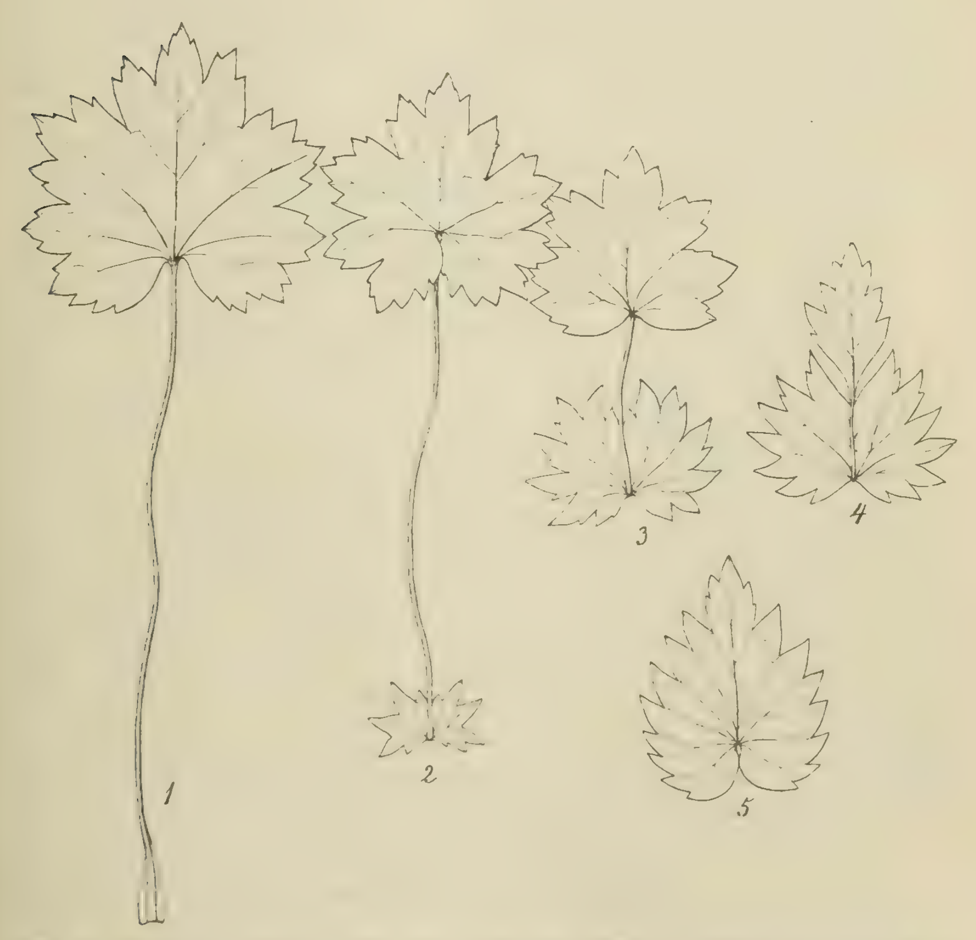


Fig. 30. **Bolandera Oregana** Wts. Entwicklung der Blätter am Stengel, von den grundständigen angefangen. (Original.)

S. 427, Z. 36, n. A. Ein schönes Beispiel der gegenseitigen Entwicklung im Blatte und in den Nebenblättern finden wir an der amerikanischen Saxifragacee *Bolandera Oregana* Wts. (Fig. 30). Die grundständigen Blätter sind lang-gestielt, oben mit einer rundlichen, lappigen Spreite abgeschlossen, an der Stengelbasis nebenblattlos, bloss scheidig erweitert. Wenn wir nunmehr weitere Blätter am Stengel verfolgen,

so beginnt sich der Stiel der untersten Stengelblätter zu verkürzen und an der Basis desselben erscheinen kleine, öhrchenartige Nebenblätter. An den höheren Stengelblättern verkürzt sich der Stiel noch mehr und die Nebenblätter vergrössern sich zu grossen, grünen, dem Stiele angewachsenen Öhrchen. Ganz oben verschwindet schliesslich der Stiel, die Blattspreite verringert sich, während die Nebenblätter noch mehr an Umfang zunehmen, bis sie zu einem herzförmigen, umfassenden, einfachen, grünen Blatte verschmelzen, auf dem die Spreite gänzlich abortiert. Es sind zwar allerhand Blätter bekannt, welche am Stengelgrunde anders als oben am Stengel ausgebildet sind, sie sind im wesentlichen immerhin nur als dieselben Blätter aufzufassen, während die erwähnte *Bolandera* zur Herstellung ihrer Hochblätter lediglich das Stipelmaterial verwendet.

Eine merkwürdige Form haben die Nebenblätter des südafrikanischen, spartiumartigen Strauches *Psoralea aphylla* angenommen (Fig. 31). Die Äste sind insgesamt mit scheidenförmigen, ganzrandigen Schuppen besetzt, welche nirgends eine Spur nach den Nebenblättern zeigen, obwohl hier eine Papilionacee vorliegt. Die Spitze dieser Schuppen ist einfach, oben in dem Blütenstande gewahren wir hingegen unter der Spitze zwei Seitenzähne, welche sich dann vergrössern und im Winkel eine kleine, schmal-lineale Spreite (*n*) tragen (1—3). Somit wird es klar, dass die einfachen Schuppen an den Ästen nur Nebenblätter darstellen, deren Spitzen zu einer einzigen verschmelzen, ohne die eigentliche Spreite zu entwickeln. Es hat den Anschein, als ob auch anderwärts, wo bei den Leguminosen keine Stipeln vorzufinden sind, die grünen, einfachen Blätter oder Hochblätter den umgewandelten Nebenblättern entsprechen dürften.

S. 427, Z. 39, nach dem Worte »*sagittalis*«: oder *Cr. alata* Buch.

S. 427, Z. 41. Da nun die Blätter spiralig angeordnet sind, so ist der Stengel allseitig breit-geflügelt. Es ist beachtenswert, dass das erste Blatt der Tochterzweige gar nicht herabläuft (Fig. 28, *x*) und dass die Stützbrakteen in der Blütentraube nicht nur flügellos, sondern auch nebenblattlos vorhanden sind.

S. 428, Z. 13. Diese Ausbildungsart der Nebenblätter, sowie das nicht selten gänzliche Verschwinden derselben auf einer Seite der Blattinsertion bei *Lathyrus latifolius*, wobei der Stengel beiderseits wie gewöhnlich geflügelt verbleibt, beweisen hinreichend, dass die Stengelflügel dieser Lathyrus-Arten durch Verflachung der Stengelglieder, nicht aber durch das Herablaufen der Nebenblätter zustande kommen.

S. 435, Z. 10, n. A. Die unterirdischen Stengelteile von *Rubia tinctorum* L. tragen 4 Schuppen, welche sich in 2 grössere Laubblätter verwandeln, zwischen denen 1—2 kleinere Nebenblätter zu gewahren

sind. Nicht selten erscheinen an der Stengelbasis 3 Laubblätter im Quirl mit 3 Achselknospen, welche dann mit drei kleineren und knospenlosen Blättern abwechseln. Hin und wieder kommen sogar 4 knospentragende Laubblätter, welche mit kleineren abwechseln, zum Vorschein. Es braucht nicht bemerkt zu werden, dass die kleineren Blätter die Stipeln und die grösseren die 3—4zähligen Quirle darstellen; es ist ja wohl bei anderen Rubiaceen bekannt, dass die gegenständigen Blattpaare an demselben Individuum sich in 3—4zählige Quirle umzuwandeln vermögen. Diese Fälle dürften auch zur Verständnis der Beobachtungen Wydlers (S. 434) dienen.

Galium paradoxum Max. besitzt normalerweise 4 Blätter im Quirl, von denen zwei grösser und zwei kleiner sind. Die Sprosse von *Galium rupicolum* Pom. (Algeria) zeigen anfänglich 4 Blätter im Quirl, welche sich aber auf den rutenförmigen, grünen Ästen auf 2 mit 2 kleinen Stipeln abwechselnde Blätter reduzieren.



Fig. 31. **Psoralea aphylla L.** Ein Ästchen mit den aus Stipeln entstandenen Schuppenblättern (*a*); rechts die Umwandlung dieser Schuppen in ein Laubblatt (*n*) und die Stipeln (*s*). (Original.)

S. 435, Z. 24, n. A. Die Gattung *Lonicera*, obwohl sie in die nahe Verwandtschaft der Rubiaceen angehört, scheint ganz stipellos zu sein, so namentlich bei einigen Arten, wie *L. nigra*, *L. Xylosteum* u. s. w. Dieser Mangel ist jedoch nur scheinbar, denn hie und da kann man eine manschettartige Berandung zwischen den Blattinsertionen gewahren, welche bei *L. coerulea* zu zwei breiten interpetiolaren Öhrchen heranwächst und bei *L. etrusca* allmählich mit den Blattspreiten verschmilzt. Bei *L. Caprifolium* u. a. entsprechen nun die tutenförmigen, verwachsenen, grünen Blätter teilweise den verschmolzenen Stipeln oder diesen und den Blattspreiten zusammen. Die verwandten Gattungen *Sambucus* und *Viburnum* sind mit Stipeln ausgestattet (vergl. bei Sommier und Kerner).

S. 435, Z. 38. In der, von den Stipularlappen umschlossenen und von reichlichen, eine harzähnliche Substanz sezernierenden Colleteren ausgefüllten Höhlung ist die Endknospe eingebettet (Domin).

S. 435, Z. 40. Die Cykadeen sind allgemein mit erweiterten und kleine Stipularöhrchen tragenden Scheiden versehen, welche sich bei *Stangeria* zu einer dreieckigen, intrapetiolaren Ligula ausgestalten (Domin).

S. 435, Z. 44, nach dem Worte »Ochreae«: oder Ocreae.

S. 436, Z. 14, nach dem Worte »ist«: (ebenso bei P. orientale L. und P. perfoliatum L.)

Bei einigen Polygonen (P. chinense) erblickt man beiderseits der Blattstielbasis zwei grüne Öhrchen und ausserdem noch die übliche Ochrea. Diese Öhrchen verschmelzen hie und da mit der Spreite und erweisen sich hiemit als Basalöhrchen auf die Art wie bei Adenostyles und anderen Compositen (S. 425). Sonach wären hier Stipulae und Pseudostipulae gleichzeitig vorhanden.

S. 438, Z. 8, nach dem Worte »Legumin.«: *Ae. javanica* Miq., *Ae. armeniaca* Boiss., *Pueraria Thunbergiana* Bnth., *Zornia* u. a.

S. 443, Z. 1, nach dem Worte »Legum.«: (desgleichen bei *Hedysarum triquetrum* L.)

S. 448, Z. 23. Die Zweikieligkeit der Vorspelze wurde lediglich durch den Druck auf die Ährchenachse bewirkt. Dergleichen zweikielige Schuppen sind auch anderwärts bekannt, z. B. an den Rhizomen des *Lygeum Spartum* L., gleichfalls unter dem Einflusse des mechanischen Drucks, welchen die senkrecht emporwachsenden Halme auf die Schuppe ausüben.

S. 449, Z. 3. *Lamarckia aurea* Kch. besitzt eine überaus grosse, lange, häutige, mehrnervige Ligula, welche als scariöser Rand der Scheide herabläuft, an der sodann die Blattspreite als zweites Glied eingefügt ist. Grosse, grüne, krautige, vielnervige, dem Blatte ganz ähnliche Ligulen zeigt die *Zizania aquatica* L. *Lygeum Spartum* L. hat zweizipfelige und zweinervige Ligulen.

S. 449, Z. 9. Die Blätter von *Streptochaeta spicata* Schr. und *Munroa Benthamiana* Hack. sind ebenfalls ligulenlos.

S. 449, Z. 21, n. A. Eine wunderbare Blattform erlangten auch die Arten *Zeugites smilacinifolia* Scrib. und *Z. Pringlei* Scrib. (Mexiko, Fig. 32) aus der Verwandtschaft der Festuceen, wo die breiteiförmige Blattspreite vermittels eines bis 3 *cm* langen, dünnen Stiels unterhalb einer häutigen Ligula der Scheide aufsitzt. Diese Blattbildung wiederholt sich übrigens auch anderwärts bei den Gräsern (*Pharus*, *Olyra*) und tritt sogar bei einigen Cyperaceen (*Mapania superba* C. B., *M. Mannii* Dur.) in die Erscheinung. Bei diesen Mapanien gelangt indessen keine Ligula zur Entwicklung, die Scheide verschmälert sich in einen rinnigen Stiel und dieser erweitert sich in eine breite Spreite, die wie bei Eriophorum mit einer langen, dreischneidigen Spitze endigt.

S. 449, Z. 39, n. A. Eine wunderbare Ausbildung der Ligula gelangt bei der Gattung *Melica* zum Vorschein, wo sie eine bis 5 *mm* lange, häutige, ringsum geschlossene Ochrea vorstellt und an die Ochrea der Polygonaceen erinnert. Bei *M. uniflora* bildet sich sogar an dieser Ochrea auf der, der Spreite gegenüberliegenden Seite ein grünes, mit einem

Nerven versehenes Anhängsel, welches sich nach Domin zu einer kleinen Spreite vergrössern kann und somit eine zweite gegenständige Spreite darstellt. Wir hätten hier demnach einen merkwürdigen Fall, wo die geschlossene Blattscheide zwei gegenständige Spreiten bildet und sich hiedurch als selbständiges Organ behauptet.

S. 450, Z. 8. Bei *Melanocranis scariosa* (Ficinia) Nees erreicht die ebenfalls scheidenartige, den Halm umfassende Ligula bis 5 *cm* Länge.

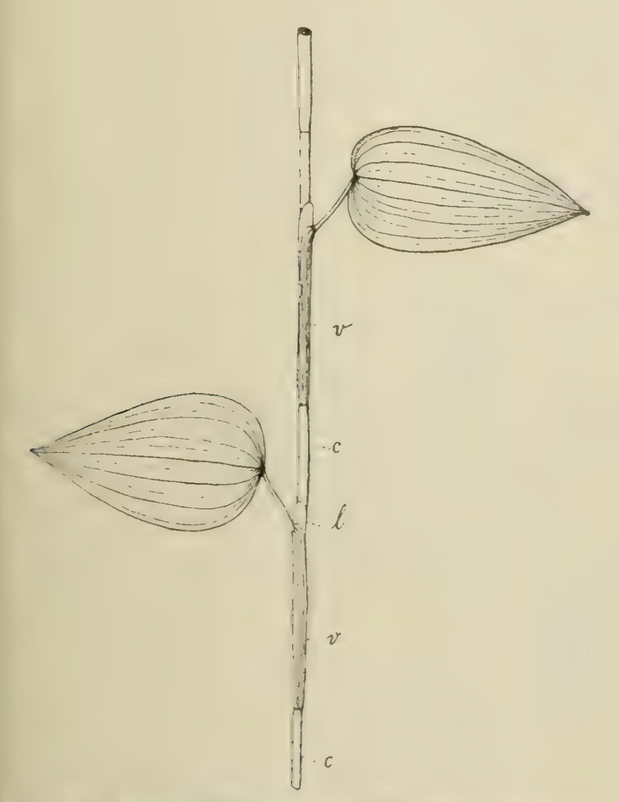


Fig. 32. **Zeugites Pringlei** Scrib. Halmpartie in natürl. Grösse, mit gestielten Blattspreiten, welche den Scheiden (*v*) aufsitzen. *l*) Ligula. *c*) Halm. (Original.)



Fig. 32 *a*. **Rhynchospora nitida** Spr. Die Blattbasis mit zwei häutigen Stipeln. (Original.)

S. 450, Z. 26, n. A. Ähnliche, breit-hyaline Ligulen, welche in weiss-membranartige Scheiden übergehen, kommen auch bei einigen südafrikanischen Cyperaceen vor (Chaetospora dispar, Ch. spicata). Es ist immerhin interessant, dass die intrapetiolare Ligula der Cyperaceen sich nach dem Vorbilde der Najadaceen, Hydrocharitaceen und Juncaceen ursprünglich aus zwei freien Stipeln entwickelt hat. Man findet bei einigen Arten (*Rhynchospora nitida* Spr., Fig. 32 *a*) an der Scheide zwei freie, öhrenförmige Anhängsel, welche hinter der Spreitenbasis

in der Mediane zusammentreffen, sich berühren oder sogar mit den abgerundeten Rändern sich übergreifen, ohne zu verwachsen.

S. 450, Z. 35. Bei *Hymenolythrum Martii* Nees (Scleria M.) wächst dieser Zipfel zu einem herzförmigen, grossen Öhrchen heran.

S. 450, Z. 38, n. A. Einen überaus seltenen Fall finden wir bei der amerikanischen *Carex Fraseri* Andr., wo die Laubblätter aus einer einfachen, ungestielten und scheidenlosen Spreite bestehen, während die Hochblätter nur als blosse Scheiden den Halm umfassen. Hier sind also beide Blattglieder getrennt ausgebildet.

S. 452, Z. 3. *P. longipes* Schott. ist ausserdem noch dadurch interessant, dass das erste Blattglied anfänglich als Scheide entwickelt ist, welche den Stengel umfasst und dem jungen Scheitel Schutz verleiht, späterhin aber sich aufrollt, verflacht, vergrünt und der intensiven Assimilation dienlich ist. Es ist da wiederum ein Beispiel vorhanden, wie ein Organ zweierlei Funktionen nacheinander zu versehen vermag (Domin).

S. 453, Z. 40, n. A. Die so vielfach umstrittene *Smilax*-Frage hat neulich Domin so eingehend und trefflich behandelt und durch zahlreiche eigene Beobachtungen so anschaulich belegt, dass heutzutage die Schlussfolgerungen Domins als endgültig anerkannt werden müssen. Die Studien Domins bestätigen unsere Darlegung, dass die *Smilax*-Ranken nur als trichomartige, eigenartig angepasste Blattemergenzen aufzufassen sind. Er weist unter anderem darauf hin, dass sie an derselben Art leicht verschwinden können, wenn sie sich bereits als zwecklos erweisen (im jugendlichen Zustande oder wenn sie aufrecht wächst u. d.), fernerhin dass sie sich bei einigen Arten (S. cinnamomifolia Small., S. Domingensis W., S. Havanensis Jacq.) tatsächlich in Stacheln umwandeln oder wenigstens alle Übergänge zu solchen erzeugen. Höchst lehrreich und noch mehr überzeugend als die *S. otigera* ist die *S. leucophylla* Bl. (Fig. 33), welche ihre Ranken hinter den grossen, dreieckigen Scheidenlappen (den Stipeln) entwickeln. Schliesslich ist noch die hochinteressante *Dioscorea fasciculata* (Fig. 33) zu erwähnen, bei der sich zu beiden Seiten des Blattstiels je ein bogig gekrümmter Dorn vorfindet, welcher den Anschein einer Stipel zu erwecken vermöchte. Uline hielt sie auch für Stipeln, weil er wahrscheinlich die Analogie mit den stipularähnlichen Gebilden bei *Tamus* und *Dioscorea* im Sinn hatte. Diese Dornen bei *Dioscorea fasciculata* erinnern allerdings an die Rankenbildung von *Smilax*, so dass die sonderbaren *Smilax*-Ranken nicht so vereinzelt im Pflanzenreiche dastehen. Hiezu wäre noch die Bemerkung beizufügen, dass die stipelähnlichen Anhängsel am Blattstiele bei *Tamus* und *Dioscorea*, welche Lindinger (S. 444) für echte Stipeln erklärt hat, nach Domin, Colomb, Kirschleger

u. a. nur trichomartige Emergenzen sind, welche mit den Scheidenstipeln nichts zu tun haben.

S. 454, Z. 32. Zu dieser Theorie neigen sich auch die Ansichten St. Hilaires, Cossons und Colombs.

S. 456, Z. 38. Neuerdings hat Domin ihrer Morphologie grössere Aufmerksamkeit gewidmet.

S. 457, Z. 26, n. A. Die Blätter der *Cyclanthaceen* zerreissen nur wenig, manchmal nur in der Mitte. Dies erinnert an die Blätter der *Cyperaceen*, wo nicht selten statt des Mittelnervs zwei seitliche, stark entwickelte Nerven vorkommen, was alsdann zur Folge hat, dass das Blatt an der Spitze in zwei Lappen zerreisst (Scleria oryzoides).

Die Konsistenz sowie die morphologische Ausbildung der Palmenblätter erinnern lebhaft an die Blätter der Gramineen, welchen sich die Palmen in mancher Beziehung verwandtschaftlich anschliessen. Das Schwellgewebe der Fiederspreite bei den Palmen gleicht den Gelenkzellen der Grasblätter, welche zunächst die Auffaltung aus der Knospenlage zu bewirken haben (Duval-Jouve, Tschirsch, Rudolph).

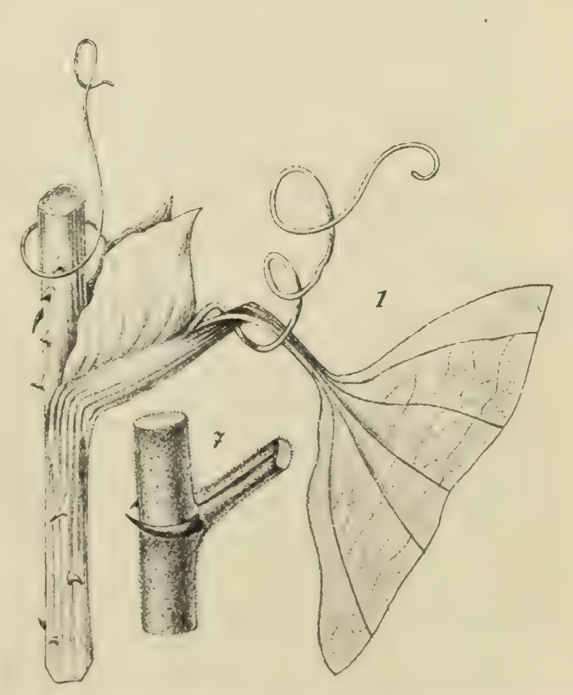


Fig. 33. Smilax leucophylla Bl (1), Nebenblätter und hinter denselben zwei Ranken, Dioscorea fasciculata Roxb. (7), zwei Dornen, Nebenblätter nachahmend. (Nach Domin.)

S. 458, Z. 44. In den Blattstielachseln der Jahrestriebe von *Pirus communis* stehen in einer Reihe kegelförmige, braune Zähnchen, welche identisch sind mit den Anhängseln an den Blattzähnen. Die Keimpflanze von *Cercis Siliquastrum* L. besitzt in der Transversale zwischen den Keimblättern zwei lange Borsten.

S. 463, Z. 16. *Gladiolus grandis* Thnb. verhält sich wie die oben erwähnten Iris-Arten, indem die Blattscheide von einer flachen, bifacialen, breiten

Spreite abgeschlossen wird, welche sich aber im oberen Teile zusammenzieht und in eine lange, rundliche, monofaciale Spitze zusammenwächst.

S. 464, Z. 3, n. A. Den schlagendsten Beweis für die Richtigkeit unserer Deutung der reitenden Iris-Blätter bieten uns die Keimpflanzen von *Phormium tenax* und *Dianella*. Die Keimpflanze von *Phormium tenax* (Fig. 34) zeigt ein kurzes Hypokotyl, ein scheidiges, in ein langes Mittelstück eingeengtes Keimblatt und diesem gleich folgende 2 grüne Laubblätter (*l'*, *l''*). Diese zwei Blätter sind der ganzen Länge nach rinnig-flach, nicht verwachsen (!). Erst am dritten Blatte (*l'''*) zieht sich das Blatt in der Mitte zusammen derart, dass die beiden Hälften nur im Rücken verwachsen, die Ränder aber noch frei bleiben, was in den beigefügten Querschnitten gut verdeutlicht wird. Die weiteren Laubblätter sind schon in der Mitte bis zum Rande vollkommen verwachsen. Diese Verhältnisse sind gewiss sehr lehrreich und um so mehr wichtig, als man die Erfahrung hat, dass die Keimpflanzen so häufig die Organe in ihrer ursprünglichen Form zeigen (Atavismus).

Den gleichen Entwicklungsvorgang beobachtete ich auch bei der Gattung *Dianella*.

S. 466, Z. 17. Die Gattung *Lepidosperma* besitzt flach zusammengedrückte, monofaciale Blätter, welche Form jedoch nur durch die Verdickung zustande gekommen ist, was am besten hier, sowie in anderen Fällen, die Keimpflanzen beweisen, wo keine Übergänge die Zusammenwachsung andeuten. Das gleiche wiederkehrt auch beim *Juncus communis*, wo die rundliche, monofaciale Blattform schon am ersten Blatt zum Vorschein gelangt (Fig. 19, 20, Taf. II). Noch mehr als das bereits beschriebene *Lepidosperma* überrascht uns die Blattform des in N.-Caledonien heimischen *Cladium Deplanchei* Clark. Hier sind die Blätter so verflacht-monofacial und am Grunde scheidig, dass sie genau an die Blätter der *Iris sibirica* erinnern, und trotzdem sind es nur monofacial verdickte und verflachte Blätter. Dies bestätigen die Hochblätter in der Infloreszenz, welche eine monofaciale, runde Spitze besitzen.

S. 466, Z. 20, n. A. Die Blätter der xerophilen *Hakea*-Arten Australiens (H. gibbosa R. Br., H. pugioniformis R. Br., H. acicularis Kn.) sind holzig-rigid, walzenförmig, monofacial, zumeist stechend. Diese Form entstand ebenfalls durch die Verdickung, was uns am besten die Keimpflanze dieser Arten beweist. Nach den breiten Keimblättern (Fig. 1, Taf. I) folgen zunächst kleine Laubblätter, welche noch flach und bifacial gebaut sind. Bald darnach sehen wir aber nur lange, stielrunde, monofaciale Blätter, die jedoch alle Übergänge zu den unteren zeigen, aus welchen sie durch Verdickung allmählich die runde Gestalt erlangten.

S. 467, Z. 23. Es ist interessant, dass die Laubblätter der Gattung *Hemerocallis* rinnig und flach ausgebildet sind, während die grundständigen, blassen, schuppenartigen Blätter an der Spitze in eine zusammengedrückte Kappe verwachsen.

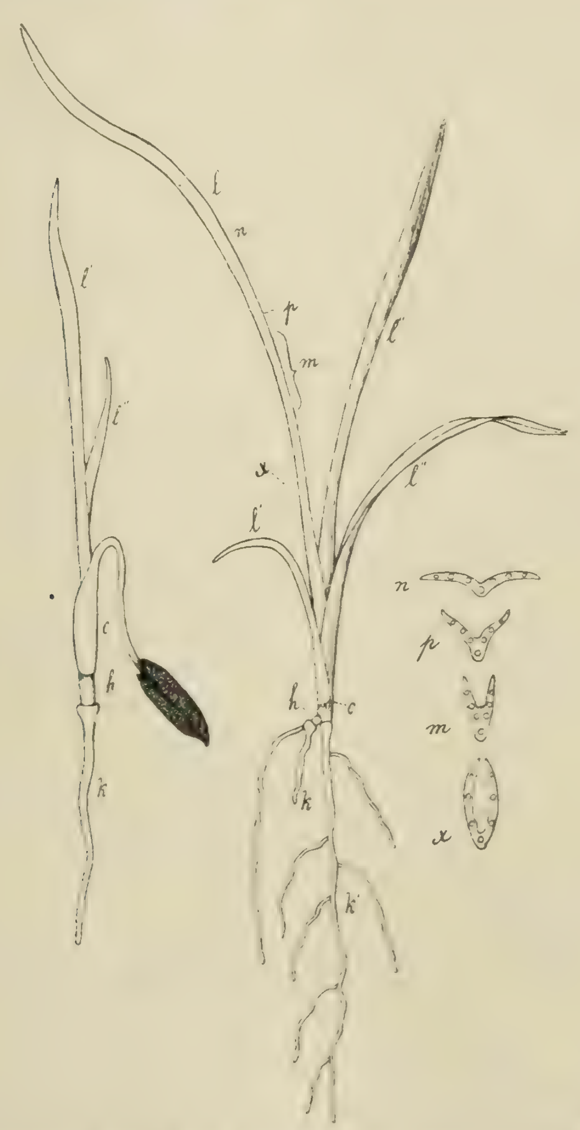


Fig. 34. **Phormium tenax** Forst. **Keimung, links junges, rechts älteres Stadium; *c*) Kotyledon, *h* Hypokotyl, *k* Hauptwurzel, *k'*) Adventivwurzel, *l'*, *l''*, *l'''*, *l''''* Blätter, *x*, *m*, *p*, *n*) Durchschnitte durch das dritte Blatt.** (Original.)

S. 467, Z. 36, n. A. Die kielartigen oder sogar flügelartigen Auswachsungen aus dem Rücken des bifacialen Blatts in der Weise, wie es Goebel haben wollte und mit der Gattung *Fissidens* verglich, kommen bei

den Phanerogamen auch vor, lassen sich allerdings durch die einfachen anatomischen Verhältnisse, sowie durch die Übergänge zur flügellosen Form an derselben Pflanze leicht erkennen. Die Feststellung der richtigen Zustände kann hier allerwärts nur durch die Vergleichung erzielt werden. Diesbezügliche Beispiele wollen wir an den Kelchblättern der *Portulaca*, der Gattung *Exacum*, *Belmontia*, an den Spelzen von *Phalaris* u. s. w. anführen. Ja sogar die reitenden, monofacialen Iris-Blätter können am Rücken flügelartig erweitert sein und selbst am Stengel herablaufend erscheinen, wie dies schön an *Lapeyrousia azurea* Eckl. oder *Ovieda anceps* Spr. zu erblicken ist.

S. 470, Z. 26, n. A. Überaus interessant ist gewiss die morphologisch-biologische Ausbildung der Blätter bei *Iris caespitosa* Pall., welche mit ihren Rhizomen einen kranzartigen Stock zusammensetzt, infolge dessen die grasförmigen Blätter in Menge vom Innen- nach dem Aussenrande hingeneigt erscheinen. Diese Lage der reitenden Blätter hatte wahrscheinlich eine diverse Entwicklung der Oberseite und Unterseite der ursprünglich monofacialen Blattspreite zur Folge. Die Oberseite ist nämlich sattgrün, glänzend, die Unterseite aber matt, graulich. Dieser Fall kann wohl als tertiäre Anpassung bezeichnet werden.

S. 471, Z. 40. Andere Beispiele bietet uns *Erica cerinthoides* L., *E. obbata* Andr., *E. Monsoniana* Thnb. und *E. Plukenetii* L. aus dem Kapland.

Es ist beachtenswert, dass die Keimpflanzen der bereits beschriebenen Ericaceen an den ersten Blättern die ursprüngliche flache Form zeigen, aus welcher sich erst bei den folgenden Blättern die Umrollung entwickelt.

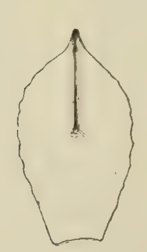


Fig. 35. Petalenartig ausgebildetes Hochblatt einer kapländischen Erica. Vergr. (Original)

Wenn sich die umgerollten Blätter in der Blütenregion zu flachen, erweiterten und nicht selten gefärbten Brakteen oder Kelchen umwandeln müssen, so erhalten die Brakteen nicht die ursprüngliche flache Form, sondern verflacht sich das umgerollte Blatt in der Weise, dass die obere Partie die eigentliche Spreite mit einer Mittelrinne vorstellt, von welcher sich etwa in der Mitte eine flache, glatte, rinnenlose, untere Partie absondert, welche also dem umgebildeten Stiel gleichkommt (Fig. 35). Selten wann ist die ganze Braktee rinnenlos und nur oben mit einer verkümmerten Spitze (Blattspreite) versehen.

S. 474, Z 17. Die Blätter der meisten *Marantaceen* zeigen gleichermassen wie die vorerst erwähnte *Aglaonema* eine oben geöffnete Scheide, die sich zu einem runden, zylindrischen, abstehenden und abermals sich oben in eine flache Spreite öffnenden Stiel zusammenschliesst. In der oberen Partie dieses Blattstiels ist noch hie und da

eine Vertiefung bemerklich, eben infolge des Zusammenwachsens der Scheidenränder.

S. 477, Z. 23, n. A. Die Phyllodienbildung in der Familie der Leguminosen ist mir ausser der Gattung *Acacia* lediglich bei der *Mimosa phyllodinea* Bth. (Brasilia) bekannt.

S. 477, Z. 37, n. A. Dass die einfachen Blätter mancher *Eryngien* und *Bupleuren* keine Phyllodien darstellen, wie es Delaroche u. a. auslegen wollten, haben Möbius und Domin hinreichend nachgewiesen. Gleicherweise kann ich die grünen, langen, an der Spitze

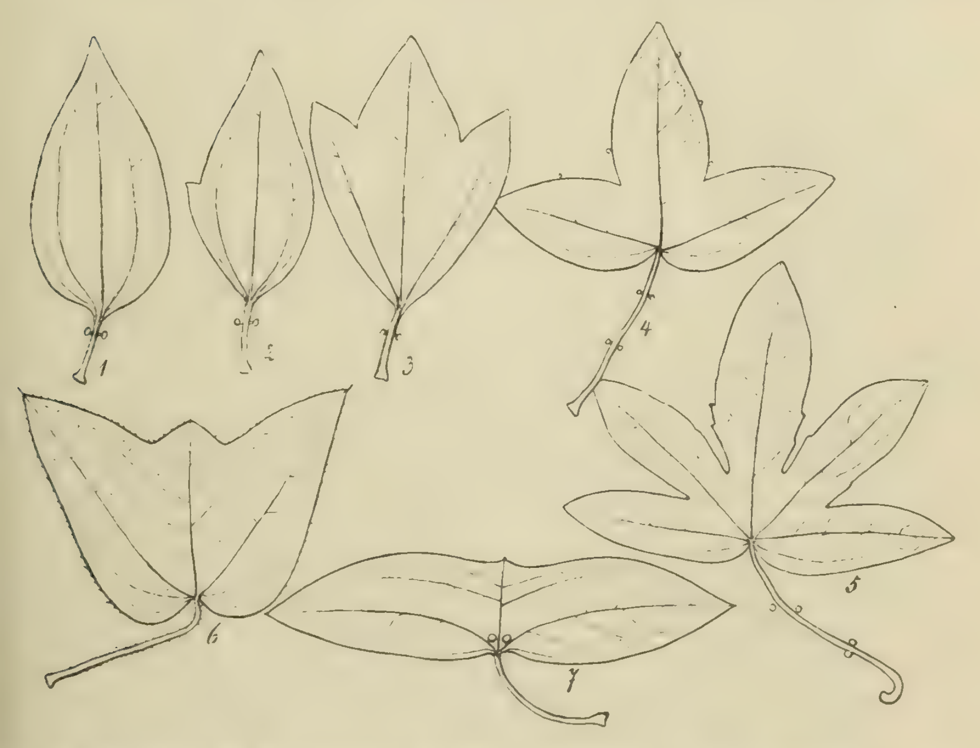


Fig. 36. Metamorphose der Blattform bei der G. **Passiflora.** 1—3) **P. minima L.**, 4) **P. violacea** Vell., 5) **P. coerulea** L., 6) **P. capsularis** L., 7) **P. Vespertilio** L. (Original.

kappenförmigen und mit 2 Ligularöhrchen versehenen Blattscheiden der wunderbaren Umbellifere *Oreomyrhis linearis* Hmsl. (vergl. Hook. Icon.) für keine Phyllodien halten, indem sie vielmehr dem ersten Gliede eines zusammengesetzten Blattes gleichkommen, auf dem das zweite Glied als winziges Spitzchen der Kappe aufsitzend zum Vorschein gelangt.

S. 480, Z. 2, n. d. W. »Nelumbium«: *Brasenia Schreberi* Gmel., *Cacalia peltata* R. et G., *C. proculifera* Wats.,

S. 480, Z. 9. *Hydrocotyle asiatica* L. und *H. marchantioides* Clos entwickeln durch das ganze Leben nur die herzförmige, ursprüngliche Blattform.

S. 482, Z. 3, n. A. Die morphologische Plastizität in der Blattentwicklung erreicht in derselben Gattung zuweilen eine so hohe Stufe, dass wir da die erstaunlichsten Formen antreffen, die sich aus dem einfachen Blatte ausgestaltet haben. Ein derartiges Beispiel stellt uns die Gatt. *Passiflora* (Fig. 36) dar. Interessant ist, dass die Keimpflanzen sämtlich bloss einfache Blätter entwickeln, so z. B. auch die *P. coerulea*.

S. 483, Z. 2, n. d. W. »Škorpili«: S. reflexum L.

S. 483, Z. 7. Die kapländische Art *Asparagus Wilmsii* Diels trägt an den Stengeln häutige Schuppen, deren Spornen als mächtige Stacheln entwickelt sind. *Bowiea volubilis* Harv. besitzt gespornte Brakteen im Blütenstande und *Anthericum filifolium* Jcq. in der Blütentraube.

S. 483, Z. 13. Zu derselben Blattkategorie zählt die merkwürdige *Büttneria anatomica* Fig.

S. 484, Z 20, n. A. Wie sich ein fingerförmig geteiltes und vielfach gelapptes Blatt aus der einfachen Form des Kotyledons entwickelt, mag uns die abgebildete *Potentilla argentea* L. (Fig. 11) verdeutlichen. Das Stadium 5 und 6 zeigt die fussförmige Abschneidung der unteren Segmente. Nebstdem ist hier schön die Bildung der Stipeln zu verfolgen.

S. 487, Z. 36, n. A. Wenn sich die Reduktion eines Blatts im Blattpaare mit anderen morphologischen Umständen, insbesondere mit der Achsenverzweigung kombiniert, so erlangt die Pflanze ein eigentümliches und schwer begreifliches Ansehen. So hat beispielsweise die *Randia maculata* Span. (Rub.) auf den ersten Blick auf jedem Nodus der Äste einen dreizähligen Blattquirl; es sind dies immerhin bloss zwei genäherte Blattpaare, in welchen ein Blatt verkümmerte, weil es dem gegenständigen und bei der plagiotropen Lage unten stehenden Blatte in der Entwicklung hinderlich wäre. Infolge dessen breiten sich alle drei Blätter in wagrechter Lage auseinander. Zu diesem Behufe erfolgt auch eine zweckmässige Verzweigung bei dieser Strauchart. Die Äste teilen sich zuerst dichasial (Fig. 37) dergestalt, dass beide Tochterzweige gleich entwickelt vorliegen. Die Mutterachse (*A*) endet mit einer verkümmerten Knospe, in welcher nur ein Blatt zur Entwicklung gelangt (*b*), das gegenständige verkümmert. Beide Gabeln (*B*) teilen sich sympodial weiter durch 3—5 Glieder, dann aber wieder dichasial u. s. w. Das Glied (*B*) endet mit der Knospe (*o'*) und mit dem einzigen Blatte (*b'*). Das Ästchen (*C*) rechts ist schon schwächer und wird seitwärts gedrängt. An den Gliedern (*C*, *D*) erscheint sie schliesslich als eine verkümmerte Knospe. — Auch die *R. anisophylla* Jack. besitzt ungleich entwickelte Blätter in den Blattpaaren.

S. 487, Z. 40, n. d. W. »Silphium«: Eupatorium perfoliatum L.,

S. 491, Z. 2. Dass das Ausdauern der Blätter an den Zweigen nur durch das Klima bewirkt wird, beweist z. B. *Ligustrum vulgare*, bei dem



Fig. 37. **Randia maculata**. Dichasial und sympodial verzweigter, beblätterter Ast; jedes Glied endet mit der Knospe (*o*), welche ein Blatt (*b*) trägt, das gegenständige (*b*) verkümmert; *s*) Stipulae. Verkleinert. (Original.)

in Deutschland im Herbst alle Blätter abfallen, in Italien jedoch als wintergrün verbleiben.

S. 491, Z. 18. Aus der Familie der Liliaceen kann ein derartiges Beispiel an *Borya nitida* Lab. (Austral.) verzeichnet werden.

S. 491, Z. 32. *Duranta Plumieri* Jcq. (Verben.) besitzt ebenfalls ein grundständiges Ansatzstück, von welchem sich der Blattstiel gliederig abtrennt. Bei *Clerodendron aculeatum* Grsb. verwandelt sich das Ansatzstück in feste, spitzige Dornen. *Celastrus oleoides* Lam. zeigt auch verhärtete Blattstielbasen.

S. 493, Z. 13, n. A. Die morphologische Ausgestaltung der Blätter ist unerschöpflich und in manchen Fällen im deutlichen Zusammenhang mit den biologischen Bedingungen der Umgebung. Man findet manchmal in derselben Verwandtschaft die extremsten Blattformen. Wir nennen einmal die Gattung *Veronica*, welche in Europa eine reichliche Rassenmannigfaltigkeit entwickelt, während die Blätter und überhaupt der ganze Habitus sich ziemlich konstant zeigen. In N.-Seeland hingegen ist diese Gattung durch krautige, strauchige und baumartige Arten vertreten, welche die wunderbarsten Blattformen aufweisen. Bei einigen dieser exotischen Arten sind die Blätter schuppenartig und in der Weise angeordnet, dass sie lebhaft an eine Cupressinee oder an ein Lycopodium erinnern.

Die schuppenartige Koniferengestalt der Blätter charakterisiert insgesamt den xerophilen Typus und tritt derselbe in den xerophilen Floren der verschiedensten Länder bei allen möglichen Familien auf. Wir verweisen in dieser Hinsicht auf viele kapländische und australische Compositen, Thymelaeaceen, Bruniaceen, Umbelliferen u. s. w.

S. 493, Z. 35, n. A. Die einzelnen Blättchen der gefiederten, ja sogar der dreizähligen Blätter sind am häufigsten an der Basis ungleichseitig, was auch die ungleichmässige Entwicklung der Nervatur zur Folge hat. Dies geht bei manchen Leguminosen so weit, dass der Mittelnerv längs des inneren Blattrandes verläuft — ganz auf die Weise, wie wir es bei einigen Farnen (S. 205) beobachtet haben (Albizzia marginata Merr., Cassia patellaris u. a.).

S. 493, Z. 42. Vergleiche hiezu die Abhandlung von Clos.

S. 495, Z. 25. Die ersten Blätter der Keimpflanze von *Phaseolus multiflorus* sind einfach eiförmig, die folgenden aber nicht selten 2—3lappig, indem sich die Seitenlappen zu selbständigen Blättchen tief ausschneiden.

S. 496, Z. 3. *Aphanisia microcarpa* Radl. (Sapind.) besitzt bloss einpaarige, mit einer Mittelspitze versehene Blätter; indessen findet man hin und wieder ein einfaches, gestieltes Blatt, welches am Stiele zwei Spitzchen zeigt (das terminale und jenes nach dem verkümmerten, gegenständigen Blättchen). Noch anderwärts gelangt ein einfaches Blatt ohne Seitenspitzchen zum Vorschein — aber mit 3 Lappen an der Spitze, welche den 3 ursprünglichen Blättchen entsprechen.

S. 497, Z. 18. Eine ähnliche Blattform stellt uns die *Inga tergemina* W. (Fig. 38) vor.

S. 497, Z. 25. Die Blätter der *Cynometra inaequifolia* A. Gr. (Caesalpin., Fig. 38) klären diese Blattform in der Weise auf, dass das letzte Blättchenpaar sich merklich vergrössert, während die übrigen vollkommen abortieren oder teilweise verkümmern. Wenn nun alle seitlichen Blättchen verschwinden, erhält man die Form von *Hymenaea Courbaril.* Die anderen Arten der Gatt. *Cynometra* sind tatsächlich gleichmässig 3—5paarig-gefiedert.

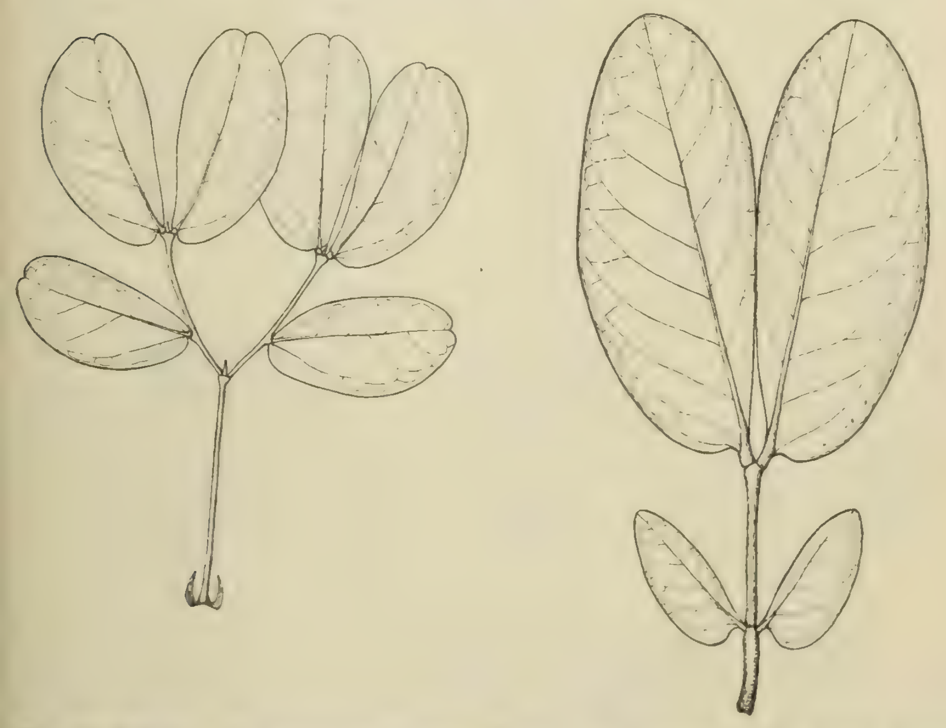


Fig. 38. Beispiele der zusammengesetzten Blätter: **Inga tergemina** W. (links), **Cynometra inaequifolia** A. Gr. (rechts). (Original.)

S. 498, Z. 30, n. A. Neuerdings hat F r i e s durch anatomische Querschnitte durch die Stiele der scheinbar einfachen Blätter der Gatt. *Bauhinia* und *Cercis* anschaulich nachgewiesen, dass die Doppelstränge noch deutlich auf die Entstehung dieser Blätter aus der paarigen Hymenaea-Form hinweisen. Die anatomische Reduktion ist dann bei der Gatt. *Bandeiraea* am weitesten vorgeschritten.

S. 498, Z. 38, n. A. Die morphologisch-biologische Anpassung der Cercis-Blätter ist in der genannten Pflanzenart so stabilisiert, dass auch die Keimpflanze diese umgestaltete Form in den ersten Blättern zeigt.

S. 499, Z. 10, n. d. W. »Inga«: *Paulinia pinnata* L.,

S 499, Z. 27, n. A. Dergleichen Blattformen sind in den tropischen Floren reichlich vertreten, als Beispiel mag hier das *Arthrophyllum Bojerianum* (Guttif., Java) angeführt und bildlich wiedergegeben sein (Fig. 39). Aber auch *Phyllarthron madagascariense* K. Sch. (Bignon.), die Gatt. *Melicope* u. a. zählen hieher. Wenn wir die Blätter von *Pothos* (S. 451) vergleichen, so muss ihre Ähnlichkeit auffallend sein, abgesehen davon, dass es sich hier um eine ganz andere morphologische Herkunft handelt.

S. 500, Z. 13, n. A. *Linanthus ciliatus* Gr. (Polem.) besitzt dergleichen gegenständige, in 3—5 lineale Abschnitte geteilte Blätter, die Abschnitte sind aber am Grunde untereinander verbunden. *Liabum angustissimum* Gray (Compos.) trägt am Stengel 6—8 langlineale Blättchen im Quirl, welche am Grunde scheidig verbunden sind, aber 2 gegenständigen Blättern angehören, was auch durch bloss 2 gegenständige Achselknospen bestätigt wird, abgesehen davon, dass bei den verwandten Arten tatsächlich gegenständige Blätter vorkommen. Die Blätter der Gatt. *Platytheca* (Tremandrac.) sind lineal, alle gleich und als selbständig in Quirlen zusammengestellt (Fig. 40). In der oberen und unteren Partie des Stengels sind sie 6—8zählig, in der Mitte zumeist 10zählig. Sie bilden einen in jeder Beziehung unzweifelhaften Quirl, so dass jedermann glauben sollte, dass es sich hier um selbständige, quirlständige Blätter handelt. Dennoch sind sie nur zwei, vollständig geteilte, gegenständige Blätter, was durch den Umstand bekräftigt wird, dass nur zwei gegenständige, gestielte Blüten oder gegenständige Achselzweige zum Vorschein gelangen, und dass sogar diese Blüten und Achselzweige mit den benachbarten dekussiert sind. Es wäre interessant, diese Verhältnisse an den Keimpflanzen zu verfolgen. Die verwandten Gattungen der Tremandraceen sind mit einfachen, nebenblattlosen, gegenständigen oder auch abwechselnden Blättern ausgestattet.

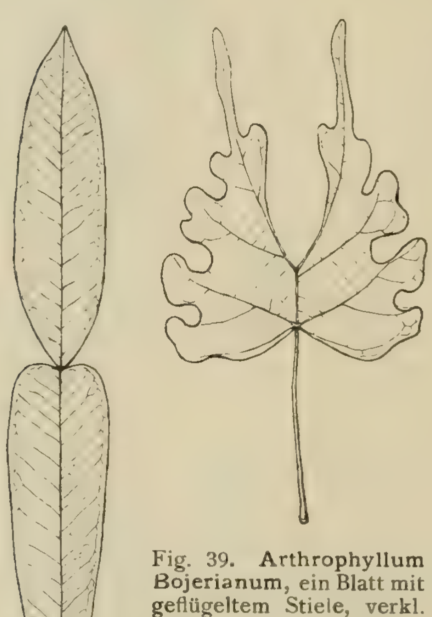


Fig. 39. **Arthrophyllum Bojerianum**, ein Blatt mit geflügeltem Stiele, verkl. **Sterculia** sp. Ein Blatt. (Original.)

S. 501, Z. 13, n. A. Sehr interessante Verhältnisse treten weiter in dieser Beziehung in den Gattungen *Aspalathus* und *Burtonia* in Erscheinung. Die erstgenannte Leguminose gehört der Flora des Kaplands an, die zweite der Flora Australiens. Auch hier wie bei *Cyclopia* sitzen 3 lineale, ganz gesonderte Blättchen auf einem gewölbten Blattpolster. Bei *Asp. pulchellus* kann man schon einen gemeinschaftlichen Blattstiel gewahren (Fig. 40), welcher bei anderen Arten vollständig

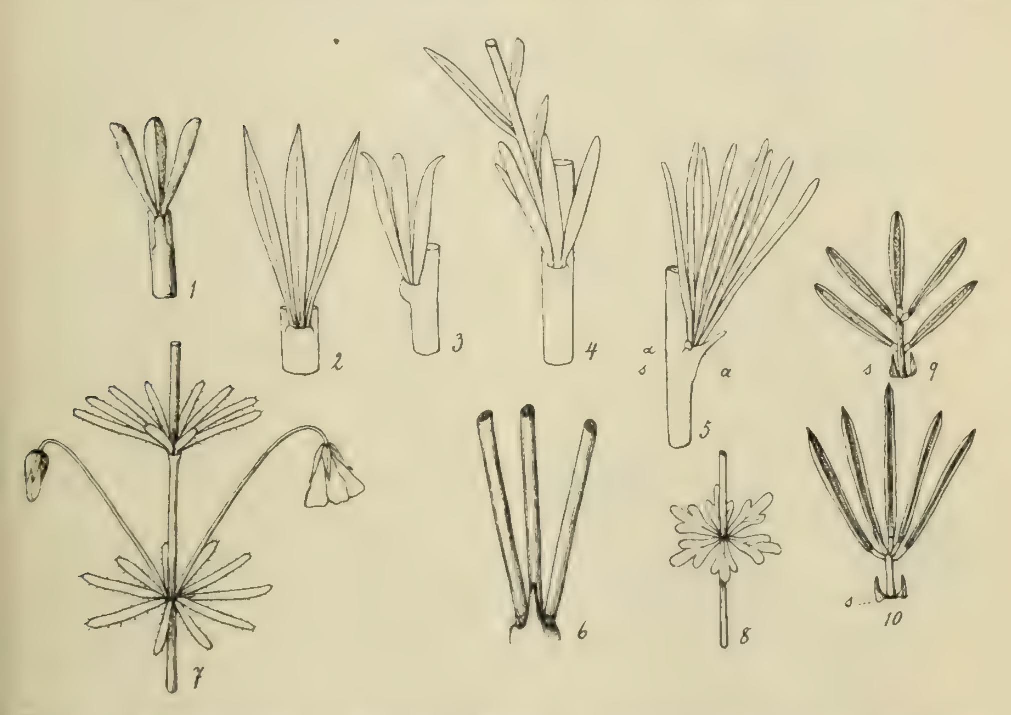


Fig. 40. Zur Morphologie der geteilten Blätter. 1) **Aspalathus pulchellus** E. M., dreizähliges, gestieltes Blatt, 2) **A. linearifolius** DC., dreizähliges, stielloses, dem Polster direkt aufsitzendes Blatt, 3) **A. armatus** Thbg., Blattpolster sackartig vertieft, 4) **A. heterophyllus** Thbg., aus der Achsel des dreizähligen Blattes tritt ein mit einfachen Blättern versehener Zweig hervor, 5) **A. hystrix** E. Z., Blattpolster (*a*) in eine schnabelige Schuppe umgewandelt, α) Transversalschuppe, *s*) Stipularzahn, 6) dasselbe stärker vergr., 7) **Platytheca galioides** St. mit 10 im Quirl angeordneten Blättchen, 8) **Bauera capitata** Ser., zwei gegenständige, in 6 Abschnitte geteilte Blätter, 9) **Indigofera brachystachya** E. M., unpaarig gefiedertes Blatt, 10) **I. sulcata** DC., 5zähliges Blatt, *s*) Stipulae. Schwach vergr. (Original.)

abortierte. Bei *Asp. heterophyllus* (Fig. 40) kommen aus der Achsel dieser Dreiblätter Seitenästchen hervor, welche aber sämtlich nur einfache, ungeteilte Blätter tragen. Ganz erstaunlich ist die Ausgestaltung derartiger Blätter bei *Asp. hystrix* (Fig. 40). Hier finden wir in der Achsel einer schnabelig vorgezogenen Schuppe ein ganzes Bündelchen von linealen Blättchen. Es hat den Anschein, als sässe ein Brachyblast in der Achsel eines schuppenförmigen Phylloms,

Wenn wir die Stützschuppe vorsichtig ablösen, so erscheint auf der Innenseite derselben eine Gruppe von 3 linealen Blättchen und beiderseits der Schuppe werden zwei kleine Zähne bemerkbar. Es ist offenbar, dass sich hier das Blattpolster schuppenartig erweitert und selbst die Funktion des Stützblatts übernommen hat! Von gleicher Herkunft sind die transversal gestellten Schüppchen (α, β) und tragen dieselben an der Innenseite je drei lineale Blättchen. Ihnen folgen dann weitere Dreiblättchen am Brachyblaste nach. Dass die Stützschuppe nur eine Umgestaltung des Blattpolsters ist, folgt schon aus den Übergangsstadien, wo das normal ausgewölbte Polster sich allmählich sackförmig umbildet und hiedurch die Blattbasen deckt. Dieser gewiss merkwürdige Fall dient abermals zur Belehrung, wie vorsichtig man in der Morphologie vorgehen muss, wenn die Organe richtig ausgelegt werden sollen.

In der Gattung *Indigofera* begegnet man Arten mit unpaarig gefiederten Blättern; so besitzt beispielsweise *I. brachystachya* 5—7-zählige Blätter. Die der letzteren Art verwandte und ähnliche *I. sulcata* besitzt aber Blätter mit einem Stiele, welchem an der Spitze 5 lineale Blättchen aufsitzen, natürlich nur infolge der Verkürzung der Mittelrippe.

S. 504, Z. 31. Eine schöne Abbildung hievon gibt uns das wertvolle Werk von Duchartre (1866 — Fig. 41).

S. 505, Z. 20, n. A. Zu dem erwähnten Lepidium gesellt sich ein analoger Fall bei dem zweijährigen Kraut *Anarrhinum pedatum* Dsf., dessen grundständige Rosettenblätter verkehrt-eiförmig, gezähnt, behaart, die stengelständigen aber kahl, in lineale Abschnitte fussförmig geschnitten, die Brakteen in der Blütentraube einfach lineal und behaart sind. Diese wunderbare morphologische Blattdifferenzierung ist biologisch schwerlich zu erklären.

Es mag hier noch ein anderer Fall verzeichnet werden, welcher jedoch eher als Mutation aufgefasst werden könnte. Bei *Vicia grandiflora* Scp. sind die Blättchen am gefiederten Blatte im normalen Zustande länglich-keilförmig, ganzrandig. Zuweilen geschieht es jedoch, dass die Blättchen in der unteren Stengelpartie tief fiederschnittig erscheinen, während die oberen gleichzeitig ganzrandig bleiben. Diese merkwürdige Erscheinung hängt zweifelsohne mit der bekannten Erfahrung bei *V. narbonensis* L. zusammen, dass auf demselben Standorte einige Individuen ganzrandige, andere hingegen tief gezähnte Blättchen aufweisen.

S. 505, Z. 38. Die Blätter der diesjährigen Schösslinge von *Pirus Malus* pflegen tief gelappt und an die Blätter von Crataegus Oxyacantha erinnernd zu sein.

S. 506, Z. 17, n. A. Weitere Beispiele bieten uns *Ficus heterophylla* L., *Lurunga heterophylla* E. (Rutac.), *Forsythia suspensa* Vahl. (Oleac.), *Populus euphratica* Oliv., *Croton capense* L., *Sassafras officinale* Nees, *Juniperus chinensis* L. u. a.

S. 506, Z. 35, n. A. Eine ungewöhnliche Heterophyllie ist bei der Leguminose *Clitoria heterophylla* Lam. (Mauritius) entwickelt. Hier sind in demselben gefiederten Blatte einige Blättchen ganz rund, andere länglich ausgebildet; das endständige pflegt durchweg länglich zu sein.

Der Baum aus der Familie der Rutaceen, *Phellodendron japonicum* Maxm., zeigt eine Heterophyllie, welche gewiss nur durch die Stellung der Blätter bewirkt wurde. Die ersten Blätter an den Seitenzweigen sind nämlich gegenständig dergestalt, dass auf die Aussenseite ein gefiedertes, auf die Innenseite ein einfaches, verkehrt-eiförmiges Blatt zu stehen kommt. Diesem Blattpaare gehen selbstverständlich zwei transversale, schuppenartige Vorblätter voran.



Fig. 41. Campanula rotundifolia L. Beispiel der Heterophyllie, *f*) grundständige, *f'*) stengelständige Blätter. (Nach Duchartre.)

S. 515, Z. 21, n. A. Was wir bisher von der Umwandlung der Blätter in Hochblätter oder Knospenschuppen gesagt haben, hat seine Geltung auch bei den Niederblättern, welche in der mannigfaltigsten Art und Weise die Innovationsorgane der perennierenden Pflanzen zusammensetzen. Als interessantes Beispiel mag hier die zierliche Sumpfpflanze *Pedicularis palustris* L. (Fig. 15, Taf. II) dienen. Diese Krautpflanze ist zweijährig derart, dass sie im Sommer und Herbst aus den Samen eine Blattrosette hervorbringt, an welcher man alle Übergänge von einfachen Keimblättern bis zu doppelt fiederschnittigen, gestielten Blättern verfolgen kann. Im Winter hüllt sich aber die frische Terminalknospe in eine Anzahl häutiger, grosser Schuppen ein, an deren verbreiterter Vorder-

hälfte ein kerbiger Rand zu bemerken ist. Im Frühjahre treibt nun die eingeschlossene Knospe einen starken, geraden, beblätterten und mit einer Blütentraube abgeschlossenen Stengel empor. Die länglichen, grünen, gefiederten Blätter entwickelten sich aus der gekerbten Vorderhälfte der Niederschuppen. In der Infloreszenzregion erfahren die grünen Stengelblätter eine abermalige Umgestaltung, indem sie sich verkürzen, breiter werden und hiedurch sich in Hochblätter verwandeln. Es liegt also da der beachtenswerte Fall vor, dass das vegetative Blatt auf derselben Achse im Verlaufe von $1^1/_2$ Jahren eine fünffache Metamorphose durchzumachen hat. Die Funktion der einzelnen Blattstadien ist hier ganz evident.

S. 525, Z. 44, n. A. Unsere, die Deutung der Sarracenia-Blätter erläuternden Auseinandersetzungen werden prächtig auch durch vergrünte Blüten bestätigt, in welchen sich die Blumenblätter in eine grüne Blattform umwandeln, deren Spitze flach und kreisrund ist und die Mittelpartie in Form eines, aus zusammengelegten (jedoch nicht verwachsenen) Rändern gebildeten Schlauchs und die Blattbasis in Form einer flachen, umfassenden Scheide erscheint.

S. 527, Z. 33, n. d. W. »Oliv.,«: U. globulariaefolia Mart., U. geminiloba Benj.

S. 528, Z. 29. Eine biologische Beziehung zwischen den Blasenschläuchen und den genannten Crustaceen muss gewiss bestehen, da die Blasenschläuche eine auffallende Ähnlichkeit mit Daphnien, Cyclopen u. d. zeigen.

S. 535, Z. 31, n. A. Hoch interessant sind die ersten Anfänge der Zwiebelbildung an der Keimpflanze der Gattung *Tulipa* (Fig. 42). Die Samen keimen im Winter; das Stadium *A* zum Beispiel wurde mitten im Jänner abgebildet. Das fadenförmige Keimblatt erhebt sich über die Erde und steckt mit dem Ende im Samen. Frühzeitig macht sich am Grunde desselben ein seitlicher Höcker (*a*) bemerklich, welcher im März zu einer kleinen, ellipsoidischen, unten zugespitzten Zwiebel heranwächst, an welcher das Keimblatt bald vertrocknet und ebenso die zur Seite gedrängte Hauptwurzel spurlos verschwindet. So liegt das winzige Zwiebelchen unter der Erde den ganzen Sommer und Winter hindurch ohne jedwede Tätigkeit. Die Keimpflanze entwic l t demnach nur ein grünes Keimblatt und im Grunde eine Innovationsknospe mit einer einzigen fleischigen Schuppe. Dieses Zwiebelchen verschiebt sich aber seitwärts herunter, so dass die Hauptwurzel zuletzt seitlich erscheint. Der Nerv aus dem Keimblatt läuft durch das Hypokotyl bis unter die Knospe (vergl. den Durchschnitt). Hier wird also der Achsenscheitel aus seiner terminalen Stellung seitwärts weggeschoben.

Das Zwiebelchen beginnt im März von neuem zu keimen, indem es ein grünes, mit einem langen, runden Stiel versehenes Laub

blatt entwickelt und aussen von der braunen Haut, als Überrest der Keimblattscheide, eingehüllt wird. Die fleischige Schuppe (*s*) nährt

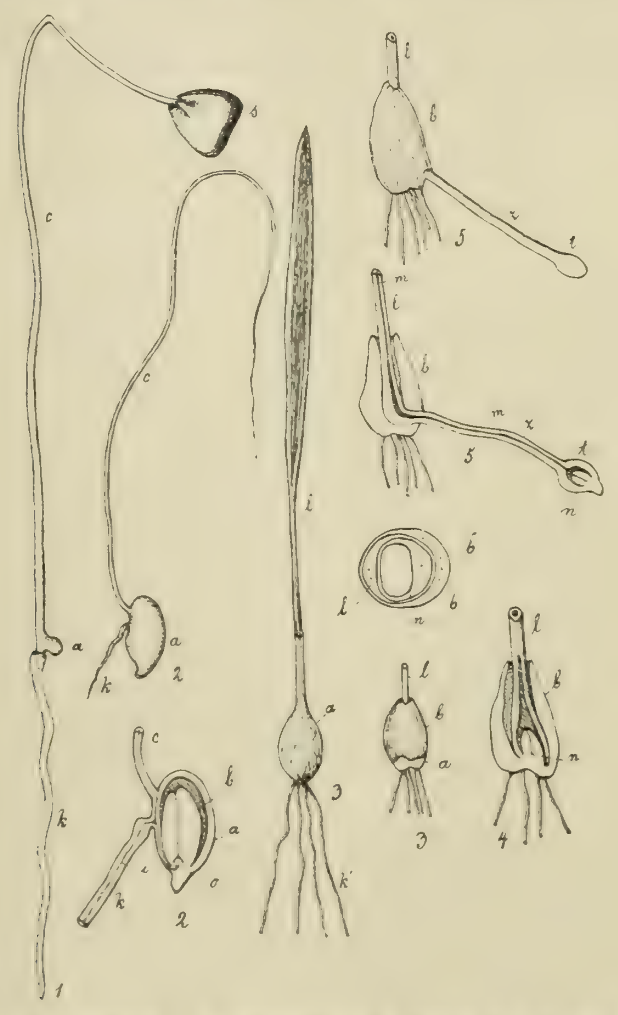


Fig. 42. **Tulipa silvestris L.** Entwicklung der Zwiebel an der Keimpflanze; 1) junge Keimpflanze mit dem die Innovationsknospe enthaltenden Seitenhöcker (*a*), 2) die erste Zwiebel im Sommer desselben Jahres, 3) die Pflanze im Frühjahr des zweiten Jahres mit grünem Blatte, 4) im Mai beginnt sich die Innovationsknospe (*n*) zu dislozieren, 5) Ende Juni desselben Jahres, die Innovationsknospe (*n*) wird bereits vermöge eines Ausläufers (*z*) disloziert, 6) Orientationsdiagramm, *c*) Kotyledon, *a*) die Zwiebel des ersten Jahres nebst dem Durchschnitte, *k*) Hauptwurzel, *i*) Zentralnerv, *b*) Fleischschuppe, *o*) Knospe, *k'*) Adventivwurzeln, *l*) Laubblatt, *n*) Innovationsknospe in der Blatthöhlung, *t*) verdickte Zwiebel für das nächste Jahr, *m*) der aus dem Blatte bis in die Zwiebel (*t*) führende Kanal, *s*) Same. (Original.)

die junge Pflanze, welche in diesem Jahre nichts mehr hervorbringt und im Juli infolge des Absterbens des Laubblatts am Boden ver-

schwindet. Zu dieser Zeit wölbt sich die Scheidenbasis des Laubblatts seitlich dermassen aus, dass ein Höcker und schliesslich ein runder Ausläufer zustande kommt. In diesem Ausläufer ist ein enger Kanal zu gewahren, welcher sich weiter bis in den runden Blattstiel fortsetzt. Am Ende des Ausläufers sitzt eine winzige Knospe, welche wiederum eine Fleischschuppe entwickelt und sich auf diese Weise in eine ellipsoidische Zwiebel verwandelt. Diese Zwiebel ruht nun bis zum nächsten Frühjahr unter der Erde aus.

Die Verschiebung der Zwiebel oder eigentlich der Terminalknospe ist im zweiten Jahre noch beträchtlicher als bei der Keimpflanze. Es muss dieselbe als ein interkalares, ungleichseitiges Wachstum der Achse aufgefasst werden. Vom biologischen Standpunkte ist der lange Ausläufer, welcher, wie schon oben erwähnt wurde, alljährlich zur Entwicklung gelangt, der Dislokation oder lokalen Verbreitung der Pflanze dienlich. Immerhin ist er nicht bei allen Arten so mächtig wie bei *T. silvestris.*

S. 538, Z. 24, n. d. W. »digitaliflora«: *Tydaea Lindeniana*, *Isoloma pictum.*

S. 538, Z. 25. Zu derselben Kategorie sind wahrscheinlich ähnliche Organe der Cucurbitacee *Actinostemma* zu rechnen (vergl. Raunkiaer).

S. 540, Z. 24, n. A. Schliesslich wollen wir an dieser Stelle die überaus sonderbare Blattmetamorphose bei der sibirischen *Dentaria tenuifolia* Ledeb. erwähnen, obwohl die wiederholte Untersuchung an lebendem Materiale ein endgültiges Urteil hierüber noch liefern muss. Am gegliederten, horizontalen, nicht allzulangen Rhizome dieser Krautpflanze findet man zahlreiche Adventivwurzeln und nebstdem lange, weisse, dünne, haarlose, glatte und schuppenlose Ausläufer, welche am Ende eine erbsengrosse, kugelrunde Knolle tragen. Auf den ersten Blick würde jedermann geneigt sein, diese Ausläufer entweder für Wurzeln oder Rhizomausläufer und demzufolge die Knollen für Wurzel- oder Rhizomknollen zu halten. Beiderlei Auslegung stellt sich gleich als unrichtig heraus, wenn wir bei näherer Nachforschung ersehen, dass die weissen Ausläufer exogen vom Rhizome entspringen, dass sie keine Schuppen und Haare tragen und dass am Rhizom ähnliche Gebilde zum Vorschein kommen, welche aber mit einer verkümmerten, aus 2—3 Spitzchen bestehenden Spreite endigen und sich hiemit als reduzierte Niederblätter offenbaren. Die verkümmerte Spreite verdickt sich hin und wieder und erwächst sogar zu einer Knolle, an der noch die 2—3 Spitzchen wahrzunehmen sind. Es liegt hier also ein merkwürdiger Fall vor, wo die Niederblätter sich in gestielte, unterirdische Knollen verwandeln. Dass die Knollen der genannten Dentaria nur als umgewandelte Phyllome aufzufassen sind, wird fernerhin auch dadurch bestätigt, dass am Rhizome die bei anderen Dentarien üblichen weissen Schuppen gar nicht vorhanden

sind, und dass die Knollenstiele an der Basis mit einem erweiterten Grunde dem Rhizome aufsitzen.

Es erübrigt bloss die Frage, wozu diese überraschende Blattbildung der Pflanze dienlich sei, ob sie Speicherorgane oder Vermehrungsorgane vorstelle oder ob es vielleicht ein Produkt einer Mykorhizasymbiose oder einer Tiersymbiose ist. Ich hatte nur ein kärgliches Herbarmaterial zur Verfügung und mache daher namentlich die russischen Forscher auf diese morphologisch-biologische Frage aufmerksam.

S. 540, Z. 41. Das gleiche bestätigt und belegt mit anschaulichen Abbildungen Thiselton-Dyer.

S. 541, Z. 15, n. A. Eine ganz analoge biologische Vorrichtung wie bei der genannten *Dischidia* kommt auch bei dem *Streptocarpus grandis* vor. Die aus dem Rhizome hervorwachsenden Wurzeln strecken sich in schiefen und senkrechten Richtungen hinauf in die Luft und werden von dem grossen, grünen, plachenartigen Blatt überdeckt, um vor Verdunstung und Insolation geschützt zu werden.

S. 543, Z. 25, n. d. W. »indica«: *Fritillaria ruthenica* Wick.,

S. 545, Z. 34. *Acanthyllis tragacanthoides* B. Fr. (Algeria) erzeugt auf diese Weise aus den gefiederten Blättern mächtige, weisse, harte, bis 6 *cm* lange Dornen.

S. 545, Z. 38. Verholzte oder verhärtete Mittelrippen nach dem Abfall der Seitenblättchen kommen auch bei einigen *Inga*-Arten und bei der *Indigofera podophylla* Bnth. (Afr. austr.) vor.

S. 547, Z. 36, n. A. Die Verdornung der Blätter im Bereiche der xerophilen Floren ist eine allgemeine Erscheinung. In den sandigen Wüsten Nordafrikas, Arabiens, Persiens u. s. w. unwandeln sich sogar die Blätter mancher Gramineen zu festen Dornen. Die in Europa so bekannte Grasart *Phragmites communis* trägt durchwegs grosse, flache, abstehende Blätter, in den Wüsten Algeriens aber gibt es eine Rasse derselben Art, welche mit kurzen, zusammengerollten, hart stechenden Blättern ausgestattet ist (var. isiacus Coss.). Diese sonderbare Anpassung ist gewiss bemerkenswert und bezeugt am besten die Plastizität der Pflanzen.

S. 547, Z. 36, n. A.

6. Wurzelartig angepasste Blätter der Gattung Drosera.

Es ist bekannt, dass auch unsere heimischen Drosera-Arten spärliche Wurzeln entwickeln. Heinricher hat neulich an Keimpflanzen der *Drosera* beobachtet, dass überhaupt keine Hauptwurzel zur Entwicklung gelangt und dass an Stelle derselben die abgerundete Embryobasis mit langen Saughaaren bekleidet ist und erst

später aus dem Stengel lange, starke, aber spärliche (zuweilen nur eine einzige) Adventivwurzeln treiben. Dies wiederholt sich dann in jeder Vegetationsperiode. Ich selbst hatte Gelegenheit, diese Verhältnisse an *D. rotundifolia* und *D. capensis* zu bestätigen.

Der Mangel an Wurzelbildung tritt in noch grösserem Masse bei einigen Drosera-Arten Australiens, insbesondere bei der Sektion *Erythrorhiza* Pl. in Erscheinung. Hier findet man überhaupt keine Wurzeln mehr, ja nicht einmal an der blühenden, entwickelten Pflanze. Die Stelle derselben vertreten aber sonderbare, biologisch und morphologisch so eigenartig modifizierte Vorrichtungen, dass man ein Seitenstück hiezu im ganzen Pflanzenreiche nicht zu finden vermöchte.

Diels und teilweise Morrison und Planchon haben diese Organe untersucht und einstimmig gefunden, dass an Stelle der echten Wurzeln sich eigentümliche, wurzelartige Fortsätze an den Blattbasen bilden, welche die Funktion der Wurzeln verrichten. Ich selbst habe drei Arten aus dieser Verwandtschaft (*D. erythrorhiza*, Lndl., *D. bulbosa* Hook., *D. rosulata* Lehm.) einer sorgfältigen Analyse unterzogen und stelle im nachfolgenden meine Ergebnisse in Kürze zusammen (Fig. 43).

Der einfache Stengel der *D. erythrorhiza* trägt oben eine endständige Rosette grüner, mit Tentakeln besetzter Blätter, welche unten in längliche, etwas ausgehöhlte, nervenlose, am Rande fein gezähnte, blasse Schuppen übergehen. Diese Schuppen sind gegen die Basis hin kleiner, so dass sie schliesslich an der knollenartig verdickten, massiven Basis fast verschwinden. Die knollige Stengelbasis ist kugelrund und, wie der Stengel, vollkommen wurzellos. Die Basis der Schuppen übergeht direkt, exogen in 1—3 lange, gegen die Spitze verengte und hier mit langen Haaren versehene, peitschenartige Fortsätze, welche an der Spitze kahl und abgerundet, ohne irgend eine Haube erscheinen und innen mit einem festen Zentralstrang versehen sind. Die Haare sind sehr lang, dünnwandig, einfach und einzellig. Es unterliegt nun keinem Zweifel, dass diese Fortsätze ganz wie eine Wurzel ausgestaltet sind und als solche auch fungieren, obwohl sie allseitig abstehen und sich geotropisch indifferent verhalten. Morphologisch sind sie gewiss als Bestandteile des Schuppenblatts anzusehen, etwa auf die Weise, wie die spornartigen Auswüchse an den Blattbasen des Asparagus. In dieser Beziehung können wir der Darlegung Diels' nur beipflichten.

Diels beschreibt weiter die verdickten Stengelbasen der bereits erwähnten Drosera als eine Zwiebel und als solche zeichnet er dieselbe auf seiner Abbildung. Diese Deutung ist aber unrichtig. Alle »Zwiebeln« der australischen Drosera-Arten sind solide, knollig ver-

dickte Stengelbasen, welche aber auf der Oberfläche in trockenen, häutigen Hüllen stecken. Diese häutigen Hüllen waren also niemals saftig und niemals als fleischige Schuppen auf die Art eines Liliums oder Alliums ausgestaltet. Sie entwickeln sich auf eine höchst erstaunliche Weise aus der Oberfläche der Knolle durch Schälung. Man kann nämlich gut verfolgen, wie nach einer Periode die ganze

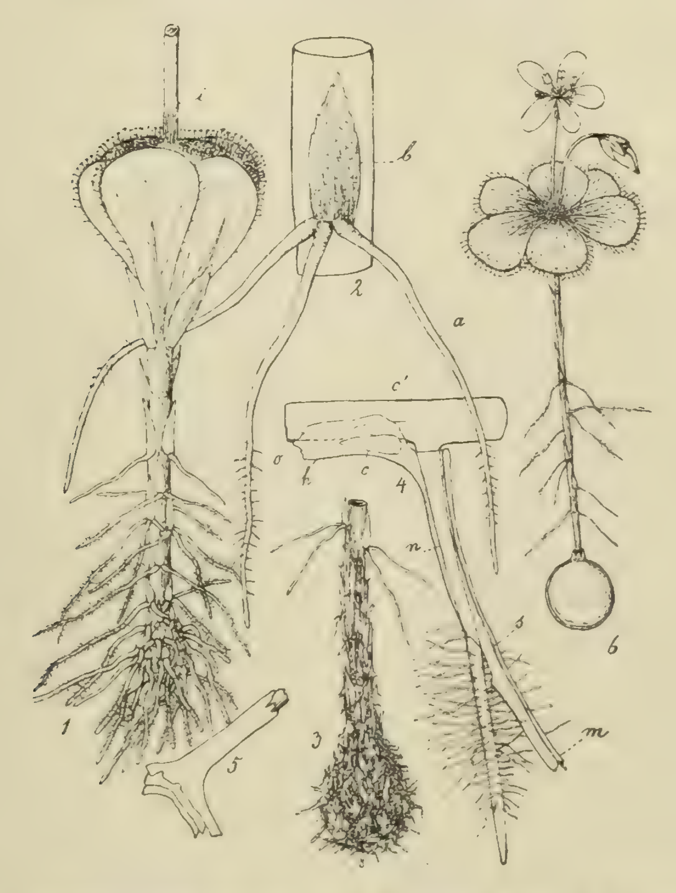


Fig. 43. **Knollige Drosera-Arten.** 1—5) **D. erythrorhiza**, 6) **D. rosulata.** 1) Ganze Pflanze nach der Beseitigung der Hüllen, *i*) Blütenschaft, 2) eine Stengelpartie mit einer Schuppe (*b*) und Blattwurzeln (*a*), vergr., 3) Basalknolle von alten Häuten gehüllt, 4) von dem Stengel (*o*) löst sich ab die Haut (*h*) samt der Schuppe (*c*) und Blattwurzel (*m*), unten die neue Schuppe (*c'*), *n*) die neue Blattwurzel, *s*) Gefässbündel der alten Blattwurzel, 5) drei ineinander steckende Blattwurzeln. (Original.)

Oberfläche des Stengels sowie der Knolle sich als eine durchsichtige, dünne Haut ablöst, samt den Schuppen und den Wurzeln. Gleichzeitig aber erscheinen auf der Stengeloberfläche an denselben Stellen, wo die Schuppen standen, neue Höcker, welche von neuem in eine Schuppe und zu neuen Wurzeln aufwachsen dergestalt, dass

es schön zu sehen ist, wie unter der alten, toten Schuppe eine neue, frische verborgen ist, und wie die neue Wurzel in die alte, abgestorbene hineindringt, diese zuletzt durchbricht und mit behaarter Spitze hervortritt! Da sich nun dieser Prozess in jedem Jahr abspielt und die abgeschälten Häute aufeinander liegen, so finden wir nach einigen Jahren die frische Basalknolle von einer Schicht häutiger Schuppen verhüllt — also jenes Gebilde, welches von Diels für eine Zwiebel gehalten worden ist.

Die bereits beschriebene Häutung oder Schälung erinnert lebhaft an die Häutung der Schlangen und kommt wohl auf ähnliche Weise zustande. Sie findet gewissermassen auch in der Abwerfung der vertrockneten Aussenschicht der Knolle von *Corydalis solida* sein Analogon, wo sich gleichwohl keine Schuppen von neuem entwickeln. Die Neubildung der Schuppen ist um so mehr erleichtert, als dieselben nervenlos und von sehr einfacher, anatomischer Struktur sind. Die Erneuerung der Stengeloberfläche ist bei der genannten Drosera als eine notwendige, biologische Vorrichtung anzusehen, weil die Blattwurzeln sich nicht verzweigen und nicht an der Spitze weiterwachsen, wie es bei Normalwurzeln der Fall ist. Sie veralten daher nach der verflossenen Jahresperiode und müssen sich für die nächste Periode verjüngen.

Nun kommen bei einzelnen Arten einige Modifikationen vor. Bei *D. erythrorhiza* ist die ganze Knolle mit Blattwurzeln bedeckt und infolge dessen im Alter von zerstückelten, schwärzlichen, mit abgebrochenen Wurzelresten durchmischten Häuten eingehüllt — das Ganze stellt ein förmliches Vogelnest dar. *D. bulbosa* ähnelt der vorhergehenden Art, hat aber bloss einzelne starke Wurzeln an der Schuppenbasis. *D. rosulata* trägt an der Stengelbasis eine kugelrunde, ganz glatte und wurzellose Knolle, welche aussen von skariösen, rötlichen Hüllen umgeben ist. Der dünne, abgestorbene Stengel fällt nach der Fruchtreife samt der zugehörigen Hülle ab und der künftige Stengel wächst aus der Erneuerungsknospe an der vorjährigen Stengelbasis empor — also auf dieselbe Weise, wie bei der *Corydalis solida*. Auf dem Zwiebelscheitel sind zahlreiche kleine Schuppen im Kreise bemerkbar, deren eine der Erneuerungsknospe Ursprung verleiht.

Die Erneuerung des Blütenstengels bei *D. erythrorhiza* erfolgt wahrscheinlich auf dieselbe Art und Weise; die Erneuerungsknospe sitzt nach der Zeichnung Diels' gleichfalls an der Stengelbasis. Wir haben im vorangehenden bemerkt, dass man unter der häutigen Hülle am Stengel neue Schuppen und Wurzeln vorfindet. Stirbt nun der Stengel alljährlich ab, so muss die Häutung während der Vegetationsperiode stattfinden, ein Prozess, welcher den klimatischen Be-

dingungen entsprechen müsste. Es wäre allerdings wünschenswert, diese sonderbaren Verhältnisse eingehend in der Heimat am Standorte zu ergründen.

S. 548, Z. 27. Als weitere Beispiele aus der mannigfaltigsten Verwandtschaft könnten hier noch beigefügt werden: Calligonum, Genista spartioides Sp., G. ramosissima Poir., Retama Retam Webb., Deverra scoparia Coss., Sarcostemma viminale R. Br., Tamarix orientalis Forsk., Stiza psiloloba E. M., Viminaria denudata Sm. u. s. w.

C_1. Die Gliederung der Kaulome.

S. 553, Z. 20, n. A. Auch die Keimpflanzen der Gattungen *Piper* und *Peperomia* entwickeln die ersten 2—3 Blätter in der Weise, dass sich das Blatt terminal stellt und hoch oberhalb der Stielbasis eine Knospenanlage bildet, aus welcher das folgende Blatt hervorwächst. Erst später konstituiert sich eine Scheitelknospe, aus welcher die Blätter als selbständige Organe zum Vorschein gelangen.

S. 554, Z. 10. In dieselbe Kategorie dürften sicherlich auch die, im normalen Zustande auf den Stengeln der *Begonia phyllomaniaca* Mart. in Menge erscheinenden Blattrosetten eingereiht werden, welche wahrscheinlich zur Förderung der Assimilation bestimmt sind. Im Notfalle vermögen sie auch zur vegetativen Vermehrung dienlich zu sein. Bei anderen Begonia-Arten kann man sie künstlich durch Abschneiden der Äste hervorrufen.

S. 558, Z. 32, n. d W. »Reihe«: Clos zeichnet die nämliche Sache an *Stachys maritima*

S. 562, Z. 28. Gleichfalls verschiedene Casuarinaarten gehören hieher.

C_2. Die Phyllotaxis.

S. 564, Z. 18, n. d. W. »fragrans«: und Stengelblätter von *Verbascum Thapsus*,

S. 564, Z. 29, n. d. W. »erectus,«: die Blätter an den Zweigen von *Rhamnus alpina*,

S. 567, Z. 25, n. A. Üppig gewachsene, einjährige Schösslinge des gemeinen Birnbaums zeigen bisweilen unterhalb der in Schuppen eingehüllten Achselknospe 4 Laubblätter, deren je zwei und zwei superponiert sind.

S. 567, Z. 35. Domin hat sogar beobachtet, dass am Seitenzweige zwei Blätter und eine Schuppe superponiert waren.

S. 567, Z. 44, n. d. W. »Nerium«,: *Prostanthera linearis*,

S. 567, Z. 44 ist die »*Elodea canadensis*« zu streichen.

S 568, Z. 2, n. d. W. »Hyperica«: *Dysophylla Yatabeana* Mak.,

S. 568, Z. 12. Ein überaus interessantes Beispiel in dieser Beziehung bietet uns *Anagallis collina* Schousb., welche in der unteren Stengelpartie 2zählige, in der oberen Partie aber 3—4zählige Blattquirle entwickelt. Es kommen aber auch solche Fälle vor, wo zwischen zwei vierzähligen Blattquirlen ein zweizähliger gestellt ist, dessen Blätter jedoch nicht gegenständig, sondern einander genähert sind so, als ob eine Hälfte des vierzähligen Quirls fortgefallen wäre.

S. 570, Z. 34, n. d. W. »mecogensis«,: *Harpulia arborea* Radlk., *Raphiolepis indica* Lndt., *Stilbe ericoides* L., *Banksia Kügelii* M., *Medeola virginica* L., *Drosera stolonifera* Endl.,

S. 571, Z. 9. *Circaea intermedia*, *Hebenstreitia dentata*, *Helianthus annuus*, *Veronica*-Arten u. s. w. sind derartige weitere Beispiele.

S. 571, Z. 14. Die zahlreichen, dicht angeordneten Blätter der *Nolina recurvata* sind an der jugendlichen Knolle distichisch gestellt, alsdann gehen sie in die spiralige Stellung über.

S. 571, Z. 32, n. A. Die dreizähligen Blattquirle von *Elodea canadensis* sind ebenfalls nur durch die Annäherung von je 3 Blättern zustande ge-



Fig. 44. Aerulopus mucronatus Forsk. Ein kriechendes Rhizom, mit je 3 genäherten Schuppen, *a*) das Öhrchen der ersten Schuppe. Verkl. (Original.)

kommen. Stellenweise wird diese Quirlordnung gestört und durch die spiralige ersetzt, häufiger noch wird ein Blatt eines Quirls zum unteren oder zum oberen Quirl verschoben.

Die Schuppen an den langen, unterirdischen Rhizomen der Gräser sind fast durchweg in gleichmässig abwechselnder Anordnung auseinandergestellt (Triticum repens), aber bei einigen Wüstenarten sind sie zu zwei oder drei regelmässig genähert (Fig. 44). Wozu diese eigentümliche morphologische Vorrichtung dienlich sein mag, ist derzeit schwer zu sagen.

S. 572, Z. 18, n. A. Über die abnorme Blattstellung der *A. verticillata* u. v. hat in neuester Zeit L. Buscalioni eine ganze Abhandlung veröffentlicht, ohne auf die diesbezügliche Bemerkung in meinem Werke Rücksicht zu nehmen und sich nur ein wenig über die Hauptbegriffe der Morphologie zu orientieren. Buscalionis Darlegungen sind phantastische Kombinationen, welche teilweise auf unrichtigen Beobachtungen, teilweise auf Unkenntnis der Morphologie beruhen.

Buscalioni unterscheidet an den Zweigen einfache und bis zur Basis geteilte Blätter (Phyllodien). Die ersteren sind durch Vorhandensein von deutlich entwickelten Stipeln gekennzeichnet, wäh-

rend bei den letzteren keine Stipeln zu gewahren sind. In den Achseln der ersteren kommen regelmässig Achselknospen zum Vorschein.

Es ist zwar richtig, dass die knospentragenden Phyllodien Nebenblätter besitzen, wenn wir aber zahlreiche Äste untersuchen, so finden wir, dass dieselben auch dann und wann an den knospenlosen Phyllodien erscheinen, manchmal nur an einer Seite Dass sie bloss an den knospentragenden Phyllodien entwickelt sind, erklärt sich dadurch, dass sie in der Jugend die kleine Achselknospe decken müssen. An den übrigen ist die Achselknospe vollständig abortiert, infolge dessen auch die Nebenblätter der Abortierung unterliegen.

Es sind daher alle Phyllodien als einfache, ganze Blätter anzusehen; irgend eine Teilung hätte hier keinen Sinn und keinen Grund. An den ersten Ästen und an dem Hauptstamme der Keimpflanze bilden die Phyllodien regelmässige und geschlossene Wirtel, erst höher zerreissen sich die Wirtel in einzelne Gruppen.

An manchen Ästen der *A. laricina* Meisn. sind die Phyllodien in eine regelmässige Spirale auseinandergestellt, an anderen Ästen nähern sie sich einander mehr oder weniger in Gruppen, so dass hier ein Übergangsstadium zu den Extremfällen der *A. verticillata* vorliegt. Es ist auch augenscheinlich, dass dort, wo sich die Phyllodien wirtelig zusammenstellen, die sich berührenden Nebenblätter zu einem Nebenblatt verschmelzen oder spurlos verschwinden, wenn die Phyllodien dicht nebeneinander stehen.

Mit Vergnügen kann ich beifügen, dass auch Reinke zu denselben Resultaten wie ich gelangt ist und neben anderen Gründen auch noch darauf hinweist, dass manche verwandte Arten (*A. subternata*, *conjunctifolia*, *minutifolia*, *conferta*, *juniperina*) Übergänge zur regelmässigen Spiralstellung der Blätter zeigen und insgesamt bloss echte, ganze Blätter besitzen. Reinke bekämpft ferner die verrückte Anschauung Kaufholz', derzufolge (wie auch Buscalioni behauptet) bloss die knospentragenden Phyllodien als ganze Blätter anzusehen seien.

Hier mag schliesslich hinzugefügt werden, dass der Fall von *A. verticillata* keinesfalls isoliert dasteht, denn es gibt andere gleichartige Beispiele bei durchaus entfernten Pflanzenverwandtschaften. Die Blätter mancher *Fritillaria*-Arten sind beispielsweise derart angeordnet (F. racemosa Kth.), dass sie in der unteren Stengelpartie eine recht regelmässige Spiralstellung einnehmen, bald hierauf erscheinen sie zu 2—3 wirtelig gruppiert, um wieder die Spiralordnung einzunehmen; hie und da nähern sich zwei Blätter so aneinander, dass sie ungefähr gegenständig werden. Zuletzt schliessen 3 genäherte Blätter den Stengel ab. Die nämliche Geschichte spielt sich bei manchen *Epacris*-Arten ab. Verschiedene krautartige *Polygala*-Arten

Amerikas (*P. subalata* Wats., *P. boykini* Nutt.) weisen eine so unregelmässige Blattstellung an den Stengeln auf, dass dieselbe in jeder Beziehung mit der Phyllotaxis der *Acacia verticillata* verglichen werden kann. Auch hier stehen die Blätter zu je 3—6 in scheinbaren Wirteln, unter den Wirteln erscheinen jedoch einzelne Blätter oder sind dieselben zu je 2 scheinbar gegenständig oder lösen sie sich in spiralige Anordnung auf.

S. 576, Z. 41, n. A. Hieran schliesst sich noch ein interessantes Beispiel bei dem südeuropäischen Baume *Diospyros Lotus* L. an. Die Hauptzweige zeigen durchaus eine spiralige Blattordnung, während auf den wagrecht ausgebreiteten Seitenzweigen die Blätter sowie bei *Ulmus* distichisch gestellt sind. Nunmehr erscheinen etwa in der Mittelpartie dieser Zweige 1—2 Blätter, die sich plötzlich nach oben oder unten stellen. Was für eine biologische Ursache dieser sonderbaren Blattstellung zugrunde liegt, ist zurzeit nicht bekannt.

S. 582, Z. 19, n. A. Ich hatte unlängst die Gelegenheit, eine lebende junge Pflanze zu untersuchen. Zweinadelige Brachyblaste kommen häufig vor, dieselben zeigen jedoch im Winkel der beiden Nadeln keine Spur nach dem Achsenscheitel. Wenn nur eine Nadel vorhanden ist, so ist dieselbe stielrund, radiär und innen mit einem einzigen, bilateralen Gefässbündel versehen. Es ist also evident. dass hier bloss eine einzige, terminal gestellte Nadel vorhanden ist. Nach der zweiten Nadel ist nicht einmal ein Höcker als Rudiment zurückgeblieben (Fig. 45). Es ist aber wichtig, hervorzuheben, dass stellenweise, aber gerade keineswegs selten, die Brachyblaste anderer zweinadeliger Pinus-Arten sich dergestalt entwickeln, dass die eine Nadel mehr oder weniger verkümmmert und die andere die terminale Stellung einnimmt (P. silvestris, P. banksiana). Demzufolge stellt die *P. monophylla* bloss eine stabilisiertere Erscheinung in ihren monophyllen Brachyblasten dar. Interessante Details hierüber kann der Leser in der Abhandlung von Vodička finden.

D. Die Achse.

S. 585, Z. 11 bis 16 ist zu streichen und statt dessen schalte ein:

Hier mag eine nähere Besprechung der Morphologie, Biologie und Anatomie der Lianen Platz finden, welche im Pflanzenreiche eine so wichtige Rolle spielen. Wir fassen aber die Lianen in engerem Sinne auf, verstehen darunter nämlich bloss die holzigen Kletterpflanzen mit eigenartig angepassten Kletterorganen und durchweg eigentümlich anatomisch und morphologisch eingerichteten Stämmen. Schenck und Darwin unterordnen dem Be-

griffe »Liane« alle Pflanzen überhaupt, welche auf irgend welche Weise an anderen Pflanzen oder mannigfaltigen Gegenständen klimmen, klettern, ranken oder winden, mögen sie demnach auch Kräuter oder einjährige Arten sein. Nach diesen Autoren sind Lianen auch Con-

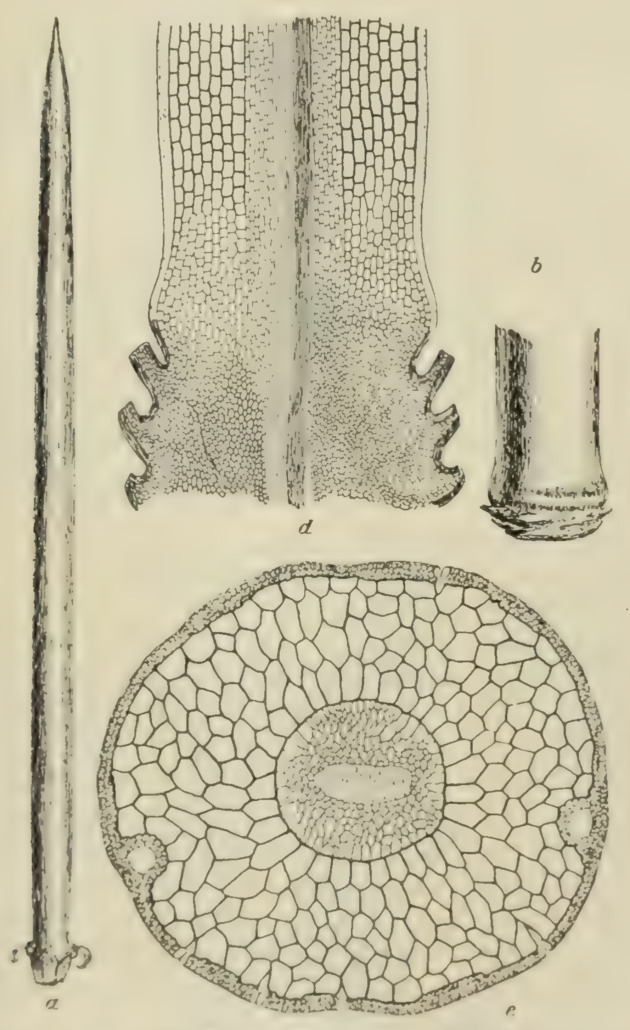


Fig. 45. Pinus monophylla Torr. *a)* Die terminale Blattnadel, an der Basis von Hüllschuppen umgeben, *b)* die Blattnadelbasis, von Hüllschuppen befreit, *d)* Blattnadelbasis im Durchschnitt, *e)* Querschnitt durch die Blattnadel, mit 2 Harzkanälen und Spaltöffnungen am Rande. (Nach Vodička.)

volvulus arvensis, Cuscuta Epithymum, Vicia silvatica, Galium Aparine, Cucurbita Pepo, Cucubalus baccifer u. a. aus der heimischen Flora oder Smilax aspera, Asparagus Sprengeri, Dioscorea alata, Tamus communis, Vanilla planifolia, Monstera deliciosa der wär-

meren Länder. Was die biologischen Eigenschaften der Kletterpflanzen anbelangt, so sind sie gewiss alle gleichartig ausgestaltet, so dass dieselben Bedingungen des Windens oder Rankens bei Vicia oder Convolvulus einerseits und Bignonia oder Banisteria anderseits anzutreffen wären. Fassen wir die Lianen im weiteren Sinne zusammen, so verschwinden uns auch die Grenzlinien gegenüber den tropischen Parasiten (Loranthaceen u. a.) und unzähligen Epiphyten. Mit dem Terminus »Liane« wurden in der älteren und fast allgemein auch in der neuen Literatur nur die holzigen, zum grossen Teile exotischen Typen belegt; es würde allenfalls befremden, wenn man hören sollte, dass die Kleefelder unserer Heimat durch »Cuscuta-Lianen« vernichtet werden.

Die Lianen bilden den grössten Bestandteil der tropischen Wälder und zählen zu den verschiedensten Familien, wiewohl sie in einigen Verwandtschaftskreisen als eine allgemeine Erscheinung auftreten, so beispielsweise in den Familien der *Menispermaceen*, *Malpighiaceen*, *Sapinaaceen*, *Leguminosen* und *Bignoniaceen*. Sie keimen aus Samen im Waldboden auf und wachsen anfänglich senkrecht hinauf, ohne Ranken oder etwaige Haftorgane zu entwickeln. Erst später, nachdem sie eine Stütze erlangt haben, beginnen sie sich in langen Gliedern hinaufzustrecken und um die Stütze zu winden oder mittels ihrer Ranken an der Stütze festzuhalten. So klettern sie an den Baumstämmen bis zu den Zweigen der Krone, wo sie sich reichlich verzweigen und mit den Ästen die ganze Baumkrone durchflechten, ja sogar auch die Nachbarbäume erreichen, derart, dass schliesslich der ganze Wald in seinen Wipfeln in grosser Höhe ein vielfach verflochtenes, grünes Dach vorstellt, aus welchem bei der Abholzung einzelne Bäume frei herauszunehmen, fast unmöglich wird. Hier oben bekleiden sich die Lianen mit Blättern und entfalten dann ihre herrlichen Blütenstände, welche von bunten Schmetterlingen, Käfern und Kolibris beflogen werden. Unter solchen Umständen ist es wohl begreiflich, dass es den Botanikern selten wann gelingt, im Urwalde blühender Äste der Lianen habhaft zu werden, weshalb auch die unten abgeschnittenen und in den Sammlungen aufbewahrten Lianenstämme gewöhnlich unbestimmt bleiben. Die im Dunkel des Waldes zwischen den Stämmen hingestreckten und wie Taue herunterhängenden Lianen sind regelmässig blatt- und blütenlos. Die Lianenstämme sind zumeist nur im Boden eingewurzelt, seltener entwickeln sie auch lange, strickförmige, von den Ästen herabhängende Luftwurzeln.

Die einfachste Weise des Kletterns bei den Lianen besteht darin, dass die Lianenäste die Baumäste durchflechten, sich an dieselben anlehnen und an ihnen festhalten (Spreizklimmer). Fast

allgemein sind derartige Lianenstämme mit mannigfaltigen Stacheln und Widerhaken als Trichomgebilden ausgerüstet. Es sind zuweilen

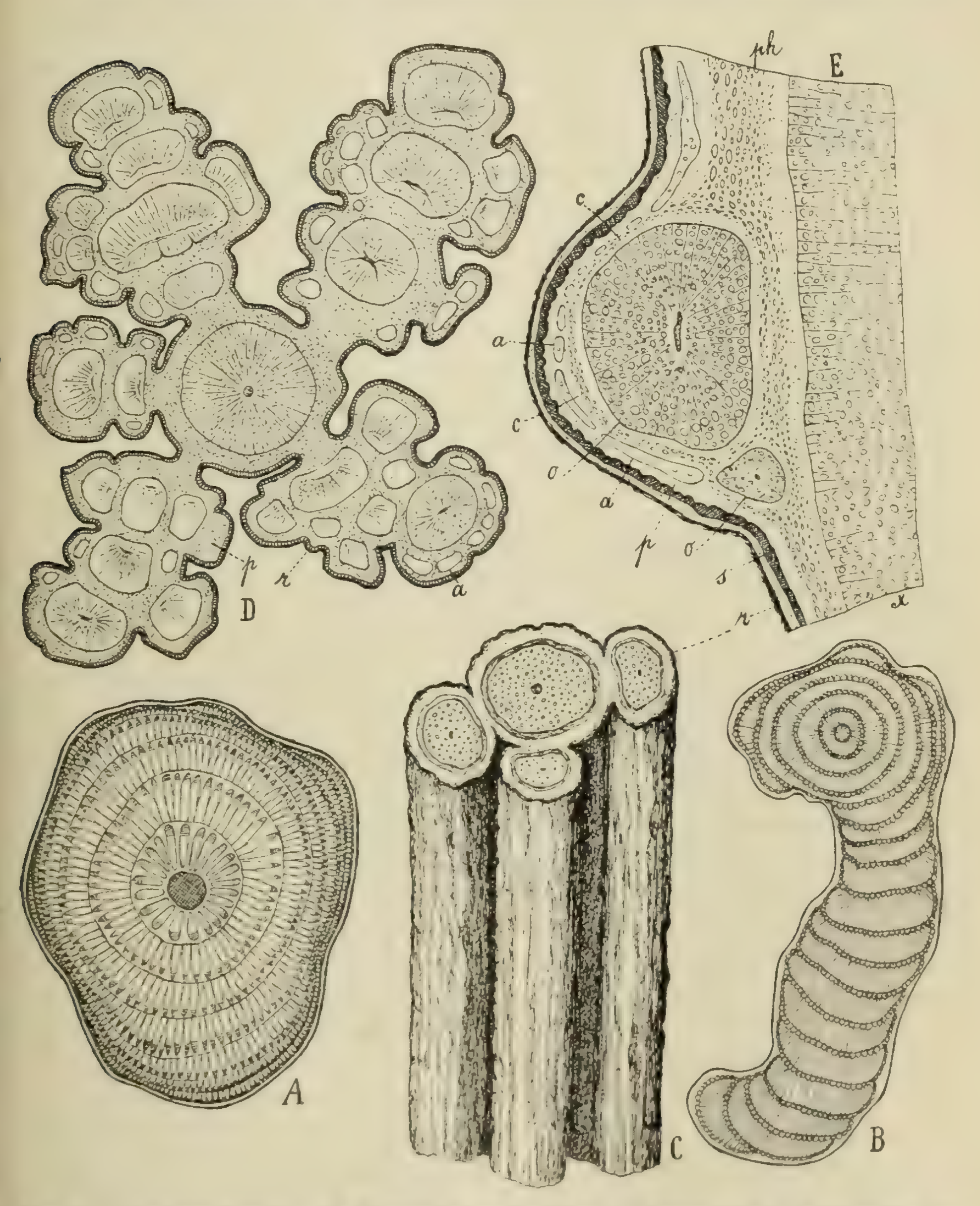


Fig. 46. **Lianenstämme.** *A)* **Cissampelos Pareira L.**, konzentrisch aufeinander geschichtete Gefässtränge. *B)* **Botryopsis platyphylla M.** (Menisp.), einseitig entwickelter Stamm. *C)* **Serjania** sp. Ein Zentralstamm entwickelt 3 Tochterstämme. *D)* **Thinouia mucronata R.** (Sapind.) Ein Zentralstamm entwickelt 4 seitliche Tochterstammsysteme. *E)* Eine Durchschnittspartie vergrössert; *x)* Zentralholzkörper (Xylem) mit grossen Tracheen, *ph)* Phloem, *s)* Sklerenchymring, *c)* Pericykel, *o)* Tochterholzkörper, *a)* junge, aus dem Pericykel entstehende Tochterholzkörper, *p)* Grundparenchym, *r)* Periderm. *A)* nach Eichler, *D*, *E*, *B)* nach Schenck, *C)* Original.

bis 4 *cm* lange, kegelförmige, der umgebenden Rinde ähnliche Auswüchse, deren Spitze mit einem scharfen, stahlharten Stachel abschliesst (Fig. 48). Hie und da sind es auch lange, scharfe Dornen oder Haken, welche nicht nur Äste, sondern auch Blätter und Blattstiele bedecken. So ist es allgemein der Fall bei den Rotangpalmen aus der Verwandtschaft der Raphieen (*Oncocalamus*, *Ancistrophyllum*, *Eremospatha*), der Calameen (*Calamus*, *Daemonorops*, *Korthalasia*, *Ceratolobus*, *Plectocomia*) und Bactrideen (*Desmoncus* mit 2 Arten in Amerika). Die Blätter dieser Palmen sind mit einem langen, geisselartigen Flagellum beendigt, welches ebenfalls mit zahlreichen Widerhaken besetzt ist. Die Flagellen hängen anfangs frei herunter, durch den Wind bewegt, haften sie alsdann an den Nachbarstämmen und erlangen hiedurch eine dauernde Befestigung. Diese Palmenlianen, allgemein als »Rotang« bezeichnet, durchflechten den Urwald wie ein dichtes Flechtwerk, erreichen bisweilen bis 260 *m* Länge bei 2—5 *cm* Dicke und bilden die grössten Hindernisse bei dem Durchdringen des Urwalds.

Zu dieser Kategorie gehört die riesige Liane der brasilianischen Urwälder *Bougainvillea spectabilis* W. (Nyctagin.), welche in den Blattachseln harte, den Baumästen anhaftende Zweigdornen entwickelt. Es ist zugleich eine durch ihre prachtvollen Blüten ausgezeichnete Lianenart.

Eine zweite Kategorie bilden diejenigen Typen, welche mit Hilfe adventiver Haftwurzeln kletternd, sich durchweg auf der vom Licht abgewendeten Stammseite entwickeln, und zwar bloss aus den Knoten (Tecoma) oder auch aus den Internodien. Die negativ heliotropischen Wurzeln dringen in die Spalten der Baumrinde, in die Felsen- und Mauerlücken hinein, wodurch das Emporklimmen nicht nur an Bäumen, sondern auch an steilen Felsen bewirkt wird, was zum Beispiel an dem gemeinen Epheu allgemein bekannt ist. Die Lianen dieser Art sind durch die Ausbildung von zweierlei Achsen, welche auch verschiedentlich entwickelte Blätter tragen (S. 506), ausgezeichnet. Die blühenden Zweige wachsen senkrecht empor und sind niemals plagiotrop. Die Blätter des sterilen Langtriebs bei dem gemeinen Epheu (Hedera helix L.) sind herzförmig und gelappt, die der blühenden Äste lanzettlich und ganzrandig. Die gelappte Form erscheint schon an den ersten Blättern der Keimpflanze (S. 292)*) Der Epheu kann allerdings auch am Boden vegetieren, wo er regelmässig grosse Flächen bewächst, in welchem Falle dann bloss die unterirdischen, verzweigten Nährwurzeln zur Entwicklung gelangen.

---

*) In dieser Hinsicht sind die Angaben Schencks (l. c. S. 94) unrichtig.

In den Tropenländern ist dieser Lianentypus ziemlich selten, als Beispiele mögen *Piper nigrum*, *Ficus pumila*, die amerikanischen Arten der Gatt. *Marcgravia*, *Bignonia unguis* (welche jedoch ausserdem Krallenranken hervorbringt) dienen. In Japan wird unser Epheu vom *Evonymus radicans* Sb. vertreten, der in unseren Anlagen wohl bekannt ist, und aus Nordamerika ist die charakteristische, desgleichen bei uns allgemein kultivierte Liane *Tecoma radicans* L. (Bign.) zu verzeichnen.

Den am meisten verbreiteten Typus, nicht nur unter den Lianen, sondern auch unter den Kräutern stellen immerhin die Windepflanzen dar. Die Stengel oder Stämme der letzteren winden sich spiralig rings um die Stützen (Baumstämme, Stengel, Halme, Stangen) und erstreben somit die Höhe. Sie zeigen folglich den negativen Geotropismus in der Weise, dass sie sich weder an wagrechten Stangen, noch herunter zu winden vermögen, während die Rankenkletterer sich in allen möglichen Richtungen bewegen. Das Winden um die Stütze vollzieht sich vermittels der rotierenden Nutation an den Stengelspitzen, welche durch diese Bewegung eine passende Stütze aufzufinden trachten. Der Stengel selbst ist hiebei nicht reizbar. Das Umschlingen geschieht bei manchen Arten sehr rasch und die Spiralen sind bald kürzer, bald länger. Eingehende Studien über diesen biologischen Gegenstand verdankt man zahlreichen Autoren, von denen wir Palm, Mohl, Dutrochet, Darwin, Sachs, Pfeffer, de Vries, Schwendener, Ambronn, Baranetzky, Kohl, Wortmann nennen. Das Winden geschieht bei einigen Arten in der linken, bei anderen Arten in der rechten Richtung, aber bei der gleichen Art immerfort in derselben Richtung. Ja ganze Gattungen oder sogar ganze Familien winden zuweilen in derselben Richtung. Die Pflanzen, bei denen bis jetzt keine konstante Windungsrichtung beobachtet worden ist, sind nur gering an Zahl. Die verschiedenen *Dioscorea*-Arten winden z. B. bald nach rechts, bald nach links. *Loasa aurantiaca* (Darwin) windet bei einigen Individuen rechts, bei anderen links, ja in einigen Fällen windet derselbe Stengel unten rechts, oben links. Weitere Beispiele liefern uns *Blumenbachia lateritia* (Sachs), *Hibbertia dentata* (Darwin), *Davilla* (F. Müller) u. s. w.

Die Windestengel tragen öfters seitenständige, nicht windende und anders ausgestaltete Laub- oder Blütensprosse, so z. B. bei der brasilianischen Liane *Abuta Selloana* (Menisperm.) Es braucht nicht besonders bemerkt zu werden, dass hie und da an den Windepflanzen mannigfaltige Ranken oder Dornen zum Vorschein kommen und hiemit der besprochene Typus mit anderen kombiniert wird.

Eine den Botanikern schon längst bekannte und bis jetzt nicht erklärte Eigentümlichkeit der Windepflanzen besteht darin, dass sie an den Stengeln nur gefiederte Blätter entwickeln oder statt derselben einfache, aber durchweg von tief herzförmiger, pfeilförmiger oder wenigstens gelappter Gestalt.

Mit dem Winden steht immer die Torsion in Verbindung, demzufolge erlangen die Stämme und Stengel dieser Pflanzen die Form von Tauen und Seilen. Die Dicke der Stütze, welche die Windepflanze ergreift, scheint sich im Verhältnisse zur Dicke der Liane zu befinden. Nicht einmal in den Urwäldern Brasiliens winden die Lianen um stärkere Baumstämme. Weil der holzige Lianenstamm, welcher einen lebenden Baumstamm umschlingt, das fortschreitende Dickenwachstum des Baumes durch Auflockerung zu verfolgen nicht vermag, so umwächst die Liane die Rinde und das Holz des Baumstamms oder zerreisst sie die Rinde und das Holz mit Gewalt. Das kann man zuweilen auch bei unserer *Lonicera Periclymenum* (Hildebrand) gewahren.

In der biologischen, anderseits fast allzu reichen Literatur über die Windepflanzen finde ich nirgends eine Erscheinung beschrieben und erklärt, welche ich an alten Stämmen der *Wistaria chinensis* (Fig. 47) beobachtet habe. Die holzigen Sprosse dieser zierlichen Liane sind in der Jugend geschlängelt und nicht windend, im vorgeschrittenen Alter aber um die Stützen windend, wobei die nichtwindende und früher geschlängelte Stammpartie die Seitenästchen wegwirft, auf der Oberfläche glatt herumwächst und sich wie ein gleichförmig dickes Tau schnurgerade spannt, und zwar in verschiedener Länge (2—10 *m*), welcher Zustand auf unserer photographischen Abbildung dargestellt wird. Dasselbe tritt auch be anderen Lianen dieser Art zum Vorschein.

Treffen zwei Stämme oder Zweige derselben Windeliane zusammen, so windet die eine um die andere, wodurch verflochtene, bis einige Meter lange Seile zustande kommen.

Vom phylogenetischen Standpunkt müssen wir nicht nur den Winde-, sondern jedweden Klettertypus für eine sekundäre, durch die Adaptation aus den ursprünglich geraden und senkrechten Achsen hervorgegangene Erscheinung ansehen. Das wird auch durch mannigfache Umstände bestätigt. Es gibt z. B. manche Arten, welche überhaupt nicht winden, wenn sie aber in ein Dickicht geraten, so bilden sie langgliederige Sprosse, welche zu winden beginnen. Das kommt bei unserem *Solanum Dulcamara* oder *Vincetoxicum officinale* vor. Das einjährige Kraut *Polygonum Convolvulus* wächst im Frühjahre bis Hälfte Juni gerade, alsdann windet die Pflanze den ganzen Sommer hindurch. Desgleichen verhält sich die Sache bei *Dipla-*

denia polymorpha. In der Gattung *Convolvulus* gibt es windende und nichtwindende Arten. Einige Arten der Gattung *Smilax*, solange sie frei, ausserhalb der Sträucher wachsen, strecken sich gerade und entwickeln keine Ranken. Alle *Cucurbitaceen* tragen Ranken, nur die südafrikanische *Acanthosicyos horrida* (naras), welche in sandigen, jeglicher Vegetation baren Wüsten wächst und meterlange, gerade, verzweigte Stämme emportreibt, besitzt keine Ranken. Ja, es wurden sogar hinaufwachsende, rankenlose Formen des gemeinen Kürbis (*Cucurbita Fepo*) im Garten künstlich erzogen.



Fig. 47. **Wistaria chinensis**, als Beispiel einer Liane, zu Winterzeit. (Original.)

Wichtig scheint die Beobachtung Nolls zu sein (Bot. Ztg. 1885), derzufolge die im Dunkel aufgewachsenen, etiolierten Kräuter mit langgliederigen Sprossen, welche im normalen Zustande keine Spur des Windens zeigen, die ersten Anfänge der Nutation verrieten. Auf diese Art und Weise entwickelten sich ohne Zweifel alle Kletterpflanzen überhaupt. Sie wuchsen ursprünglich in dunkeln Wäldern, in Gebüschen oder in hohen Kräuterbeständen, worauf sie, im Schatten gedeckt, sich zu strecken, lange Glieder zu bilden und schwingende Bewegungen auszuführen begannen, um passende Stützen aufzufinden und vermöge derselben in die Höhe, an die Luft und zum Licht zu gelangen.

Wir können nicht der Anschauung Darwins beipflichten, dass alle Lianen ursprünglich dem Windetypus angehörten, weil diese Ansicht nirgends eine Begründung findet, was schon hinreichend von Schenck betont wurde. Wenn einige Lianen dreierlei Kletterart aufweisen, so ist darin lediglich die Kombination biologischer Anpassungen nach Bedarf, aber keineswegs das Ergebnis der Phylogenese zu erblicken.

Den dritten Typus repräsentieren die Rankenpflanzen mit entwickelten Ranken, welche entweder von Blatt- oder Achsennatur sein können. Vollkommene Ranken, wie wir sie z. B. bei *Passiflora*, *Vitis*, *Pisum*, *Bauhinia* kennen, stellen fadenförmige Gebilde vor, welche sich durch grosse Reizbarkeit für andauernde Berührung mit dargebotenen Stützen charakterisieren. Infolge dieser Reizung krümmen und umschlingen sich die Ranken, was bisweilen in einigen Minuten vollzogen wird. Durch die Umwindung werden weitere Stellen der Ranke gereizt, worauf weitere Krümmung folgt u. s. w. Auf diese Weise umschlingt die Ranke die Stütze wie eine Uhrfeder (Bauhinia) oder wie eine Spirale (Passiflora, Vitis) bald nach rechts, bald nach links, in allen möglichen Richtungen, ohne Rücksicht auf den Einfluss des Geotropismus. Derartige Ranken sind entweder einfach oder verzweigt. Wenn eine Rankenliane an glatten und geraden Wänden emporsteigen muss, so erzeugt sie durch die Berührung der Rankenspitzen Haftscheiben und vermöge dieser haftet sich die Pflanze an der Wand an (vergl. S. 544). Die Reizung der Berührungsstellen hat weiterhin die Erstarkung und Verdickung der Ranke zur Folge, welche manchmal verholzt und die Pflanze zur Stütze viele Jahre hindurch überaus fest anheftet.

Eine eigenartige Gruppe dieser Lianen bilden die sogenannten Hakenklimmer, welche an den Hauptsprossen seitliche, eigenartig umgewandelte, öfter bloss mit reduzierten Blättern besetzte Ästchen tragen, welche reizbar sind und bei der Berührung mit der Stütze sich hakenförmig krümmen, verdicken, verholzen und schliesslich feste Haken vorstellen (vergl. S. 645, wo schon die Achsenranken näher behandelt wurden).

Als die ersten Anfänge der Rankenlianen dürften jene Arten erachtet werden, deren Seitenzweige, wiewohl bislang mit normalen Blättern besetzt, reizbar erscheinen dermassen, dass sie die Stützen zu erfassen, umzuschlingen, zu verdicken und zu verholzen vermögen. Bei einigen *Machaerien* und *Acacien* beginnen einstweilen die Blätter an diesen Ästen zu verkümmern.

Bei den Blattranken stellt wiederum jener Typus die Ausgangsform dar, wo die Stiele eines normalen Blatts reizbar und, um die Stützen schlingend, vorhanden sind (Clematis).

Alle Ranken zeigen in der Jugend Nutationsbewegungen behufs der Aufsuchung der Stützen, welche sie zu erfassen trachten. Wenn sie keine Stütze finden, so rollen sie sich knäuelartig zusammen oder strecken sie sich gerade, um schliesslich zu vertrocknen und abzusterben.

Es ist eine allgemeine Erfahrung, dass die Ranken alleweil die Blütenstände begleiten; an der gemeinen Weinrebe sehen wir häufig, dass die unteren Ästchen in der Infloreszenz rankenartig umgebildet

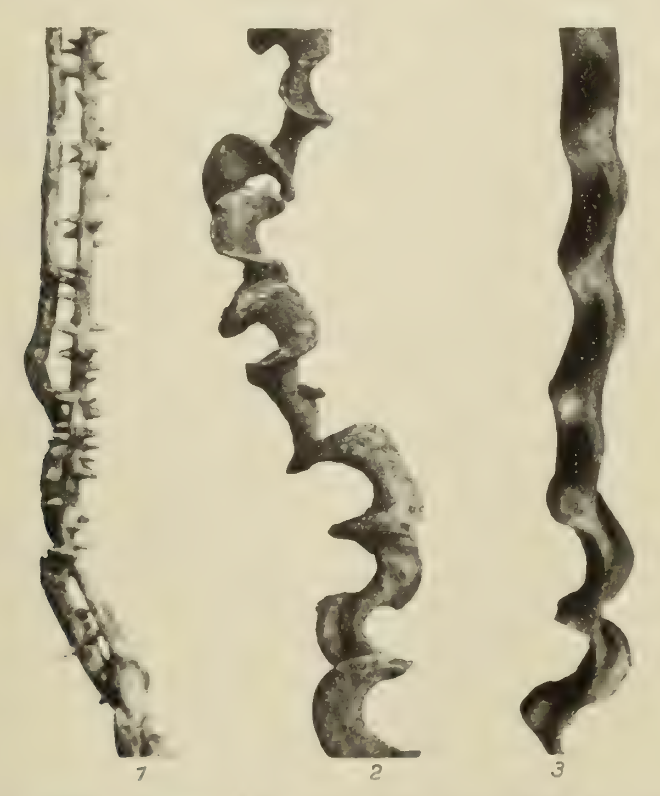


Fig. 48. **Tropische Lianen.** 1) Zwei Lianenarten umeinander gewunden (Java). 2) verflachte und spiralig gewundene Liane (Ceylon). 3) Affenstiege von einer Bauhinia (Java). Alles von Domin gesammelt. Verkl. (Original.)

sind und auf S. 400 ist ein ähnliches Beispiel angeführt worden. Manche wollten diese Erscheinung biologisch auslegen in der Weise, dass später die entwickelte Frucht an der verholzten Ranke oder an dem verholzten Rankenästchen eine gute mechanische Stütze findet. Uns möchte es scheinen, dass die Ursache dieser Erscheinung rein morphologisch ist, denn die Ranken entspringen aus denselben Achsen, wie die Blütenstände. Es ist aus der Morphologie wohl bekannt, dass jede Pflanze ihre Achsen zu bestimmten biologischen

Zwecken verteilt und je nachdem dieselben morphologisch ausstattet. Nunmehr bilden sich dieselben Achsen, welche sich zu Ranken umwandeln, auch zu Blütenständen aus, es ist sogar die anatomische Ausstattung beider genannten Organe gleichartig. Beide tragen reduzierte Phyllome, beide verzweigen sich ähnlich u. s. w.

Die morphologische und anatomische Ausgestaltung der Lianenstämme ist in mancher Beziehung sehr interessant. Es liegt da wieder ein schönes Beispiel vor, wie zum Erstaunen vortrefflich die Mittel sind, welcher sich die Pflanze zu ihren biologischen Bedürfnissen zu bedienen weiss. Hier kann von äusseren Impulsen keine Rede sein, um durch die Reizung einiger Stellen auf mechanischem Wege die entsprechenden Organe hervorzurufen, denn die innere, komplizierte Struktur kann gewiss als Ergebnis des Drucks oder des Zugs oder der Torsion nicht angesehen werden, vielmehr aber als Leistung eines inneren, intellektuellen Agens.

Rundliche Lianenstämme treten fast ausschliesslich bloss bei den in gemässigten Ländern heimischen Arten auf; diese bringen auch regelmässige, konzentrische Jahresringe hervor, so beispielsweise bei *Celastrus scandens* oder *Hedera helix*. Die tropischen Lianen besitzen bandförmig zusammengedrückte, tief längsgefurchte oder in flache Leisten differenzierte Stämme. Manche *Bauhinien* und die Gatt. *Caulotretus* besitzen zwar flache, aber beiderseits und abwechselnd mit eingedrückten Gruben versehene Stämme (sogen. Affenstiegen), wie dies in Fig. 48, 3, verdeutlicht wird. Andere Stämme sind seilförmig gedreht oder flache Schrauben nachahmend. Die Dicke dieser Stämme ist im Hinblicke auf die überaus beträchtliche Länge verhältnismässig gering, zuweilen nur einige Zentimeter erreichend. Und eben dieser Umstand, fernerhin die reichliche Verzweigung in den Baumkronen, sowie die Elastizität und Biegsamkeit, welche für die Lianen dringend erforderlich ist, wenn sie vom Wind hin und her geworfen oder von den Baumästen aufgespannt werden, bedingen die eigentümliche Ausbildung der inneren Stammstruktur. Die äussere Form ist den Lianen beim Emporklettern an den Baumstämmen behilflich und die innere Struktur verleiht ihnen die gebührende Elastizität und Biegsamkeit. Zu diesem Zwecke sind die Zentralgefässbündel durch mächtige Markstrahlen untereinander getrennt und ausserdem entstehen im parenchymatischen Grundgewebe neue Meristemsysteme, welche neue Gefässbündel in mannigfacher Anordnung ausbilden. So z. B. erscheint rings um den Zentralzylinder ein ganzer Kreis von neuen, kleineren, konzentrisch angeordneten Gefässbündeln (*Sapindus*) oder es bildet sich eine ganze Menge neuer, kleiner oder grösserer Gefässbündelpartien (Fig. 46, *C*). Das Ganze stellt dann getreu ein aus mehreren Seilen verflochtenes

Kabel dar. Die einzelnen Gefässbündelgruppen sind von einer mächtigen Schicht parenchymatischen Grundgewebes umgeben, welches die Torsion des Lianenstamms erleichtert. Soll ein verflachter Stamm zustande kommen, so fängt das Meristem nur an einer oder zwei gegenständigen Stellen zu arbeiten an, wodurch der ursprüngliche Gefässbündelzylinder in der Mitte oder seitlich am Durchschnitt erscheint (Fig. 46, *B*). Bei einigen *Menispermaceen* und beim *Gnetum* (wo abgesehen vom baumartigen *G. Gnemon* lauter Lianen vorkommen) bildet sich ausserhalb des Zentralzylinders eine ganze, zusammenhängende Schicht von Gefässbündeln dergestalt, dass zuletzt am Querschnitte mehrere, hintereinander folgende Zonen keilförmiger Gefässbündel entstehen. Der Überfluss an lebendem Parenchym hat ein langdauerndes Leben des Stammes zur Folge, was zugleich ein rasches Einwachsen bei der Verletzung oder die Erneuerung durch frische Sprosse bewirkt. Es gilt allgemein die Regel, möglichst wenig holzige Elemente im Holze hervorzubringen, und Kernholz wird überhaupt nicht angelegt.

Eine allgemeine Eigenschaft der Lianen ist die Bildung axialen und periaxialen Holzes. Das erstere ist das eigentliche Primärholz mit normalen, engen und dichten Tracheen, das andere, schon makroskopisch abgesonderte, ist durch überaus weitlumige (bis 0·7 *mm* im Durchschn.) Tracheen ausgezeichnet. Diese verlaufen der ganzen Stammlänge nach und sind ausschliesslich der Wasserzuleitung dienlich. Sie bilden eigenartige Apparate zur Versorgung der Pflanze mit Wasser, was sich umsomehr als zweckmässig erweist, als die grosse Menge von Laubzweigen in den Baumwipfeln ein enormes Quantum von Wasser ausdünstet. Nunmehr müssen, weil der Lianenstamm als Kletterorgan an Dicke nicht zunehmen darf und ausserdem noch sehr lang ist, die starken Tracheen die rasche Wasserzufuhr bewerkstelligen. Zu diesem Behufe müssen die Lianenwurzeln im Boden eine genügende Menge von Wasser finden, was fernerhin zur Folge hat, dass die Lianen nur in nassen, von ausgiebigen Regen und wasserreichen Quellen durchaderten Urwäldern gedeihen können. Deswegen findet man die Lianen in trockenen Gebieten sehr selten.

Die Lianen treten in allen möglichen Verwandtschaftskreisen auf, einige Familien sind immerhin durch diesen Pflanzentypus ganz besonders ausgezeichnet (Leguminosae, Bignoniaceae, Sapindaceae, Vitaceae, Menispermaceae, Asclepiadaceae, Apocynaceae, Malpighiaceae, Anonaceae, Marcgraviaceae, Rutaceae, Rhamnaceae, Loganiaceae), in manchen Familien sind hingegen die Lianen unbekannt (Cupuliferae, Juglandaceae, Salicaceae, Tamaricaceae, Myricaceae, Ochnaceae, Aceraceae, Staphyleaceae, Symplocaceae, Ebenaceae,

Sapotaceae, Styraceae, Proteaceae, Burseraceae, Rosaceae). Es ist beachtenswert, dass einige der holzigen Familien, obwohl in den Tropenländern weit verbreitet, keine Lianen enthalten. Desgleichen ist hervorzuheben, dass die Koniferen, trotzdem sie seit den ältesten geologischen Perioden als Holzpflanzen bekannt sind, keine Liane ausgebildet haben. Aus allem dem scheint die Schlussfolgerung gerechtfertigt zu sein, dass der Lianentypus jüngeren Ursprungs ist und dass derselbe nur als eine sekundäre, durch Adaptation an die gegebenen Lebensbedingungen im Verlaufe der Zeit entwickelte Pflanzenerscheinung anzusehen ist. Die bereits angeführten Familien, welche keine Lianen enthalten, sind tatsächlich sämtlich archaistische Pflanzen, geradeso wie die Koniferen.

Die Lianen sind mit kleinen Ausnahmen Einwohner tropischer, immergrüner Regenwälder der alten und neuen Welt. Hier machen sie den grössten und eigenartig ausgeprägten Bestandteil der holzigen Waldvegetation aus. Grisebach sagt z. B., dass Westindien 33% Holzgewächse und 8% Lianen der sämtlichen Phanerogamenflora beherbergt. Warum in einigen Familien Lianen bloss in der alten und andere bloss in der neuen Welt vorkommen, obwohl da wie dort gleiche biologische Bedingungen vorhanden sind, bleibt zurzeit dahingestellt. So haben die Anonaceen, Rutaceen, Myrsinaceen, die Gattung Ficus ihre Lianen bloss in der alten, die Sapindaceen bloss in der neuen Welt, obwohl sie in der alten sowie in der neuen Welt gleich verbreitet sind.

Zur Entwicklung des Lianentyps ist lediglich genügende Nässe und Waldverschattung nicht ausreichend, es ist auch ein hoher Grad Wärme erforderlich, denn in den temperierten Regionen Südamerikas (Patagonien, Chile) umfasst die hohe und feuchte Waldzone eine grosse Ausdehnung, und trotzdem sind hier Lianen eine Seltenheit. Gleicherweise in Neuseeland. Im gemässigten Waldgebiet Europas, Asiens und Nordamerikas gehören die Lianen zu den grossen Seltenheiten. So kann man aus Europa als echte Lianen nur anführen: *Hedera helix*, *Vitis vinifera*, *Lonicera Caprifolium*, *L. Periclymenum*, *Periploca graeca*, *Clematis Vitalba*. Desgleichen bewirten die gemässigten Waldgebiete Nordamerikas nur spärliche Lianen, welche bei uns in Kultur längst bekannt sind: *Ampelopsis quinquefolia*, *Tecoma radicans*, *Celastrus scandens*, *Menispermum canadense*, *Berchemia volubilis*, *Aristolochia sipho*. Von den europäischen Lianenarten ist wohl *Hedera helix* die merkwürdigste, welche sich hier als isolierter Pflanzentypus aus der Tertiärperiode erhalten hat. Ihre enorme Lebenszähigkeit in jedweder Bodenbeschaffenheit und Lage und in jedem Klima haben wahrscheinlich dazu beigetragen, dass sie während der Eiszeit in Mitteleuropa nicht ausgestorben ist. Sie lebt und

vermehrt sich noch heutzutage nicht nur in den rauhen Bergen Mitteleuropas, sondern auch in den wärmsten Ländern des Mittelmeergebiets. Daraus lässt sich auch schliessen, dass sie schon zur Tertiärzeit in Europa sowohl warme Ebenen als auch hohe Berge bewohnte.

S. 586, Z. 39. Die Rhizome, wenn auch die Halme hohl sind, pflegen regelmässig solid und fest zu sein (Triticum repens).

Die unterirdischen Achsen der Gramineen bilden sich fast durchgehends als kriechende, mit blassen Schuppen gleichmässig besetzte Rhizome aus. Diese Rhizome sind sehr fest, elastisch und bei geringer Dicke zuweilen sehr lang und in allen Richtungen umherschweifend, so dass schliesslich der ganze Standort von der betreffenden Art okkupiert und jegliche andere Vegetation unterdrückt wird. Diese Rhizome dienen also in erster Reihe zur vegetativen Vermehrung, wozu uns leider die in der Kultur so gefürchtete Quecke ein gutes Beispiel abgibt. In Sandfluren und auf Dünen entwickelt sich die Rhizombildung der Gramineen dermassen, dass hiedurch ganze, ausgedehnte Formationen zustande kommen. Die dicken und festen Rhizome von *Spinifex squarrosus*, *Aeluropus mucronatus*, *Sporobolus pungens* u. a. erreichen bis mehrere Meter Länge und treiben aus den Schuppenachseln beblätterte Halmbüschel, welche sich dann zu stattlichen, tief eingewurzelten Stöcken umbilden. Bei *Aeluropus* und *Cynodon* sind die Schuppen zu je 3 genähert, bei *Sporobolus pungens* sind sie zu 2 genähert, welche Vorrichtung gewiss einen bestimmten Zweck verfolgen muss (Fig. 44). Alle Rhizome der Gramineen sind monopodial aufgebaut im Gegensatze zu den Rhizomen der Cyperaceen, welche zumeist ein sympodiales Wachstum aufweisen (S. 616).

S. 587. Die Z. 13—18 sind zu streichen und statt derselben folgende zu setzen: Gleichzeitig mit dem Blatthöcker wird ganz exogen auch die mit ihm öfters zusammenhängende Axillarknospe angelegt. Eine seltene und wunderbare Ausnahme scheint in dieser Beziehung nur die Gattung *Dracaena* mit ihren zahlreichen Arten zu bilden, indem die Axillarknospen, wenn sie zu einem Seitenast hervorwachsen sollen, eine ziemlich mächtige Rindenschicht durchbrechen müssen, da sie vordem von der Rinde vollkommen überdeckt und in dieselbe eingewachsen waren (Fig. 373 *a*). Diese Axillarknospen werden hier im jüngsten Stadium zwar gleichfalls als exogene, aber überaus unscheinbare Höckerchen angelegt, so z. B. bei *Dr. Draco* (Fig. 14), wo sie in Form eines winzigen, flachen Kreises, in dessen Mitte eine längliche Öffnung zum Vorschein gelangt, bemerkbar werden. Der bereits erwähnte Kreis stellt eigentlich das erste, plattgedrückte Phyllom (Schuppe) mit adossierter Orientation dar. Bei *Dr. elliptica*

Thnb., *Dr. Godseffiana* Hort. und deren Verwandten ist dieses erste Phyllom so winzig klein, dass es schon vor der vollständigen Entwicklung des Stützblatts von der Nachbarrinde umwachsen wird und alsbald unter der Rinde spurlos verschwindet, infolge dessen die Achselknospe, wenn sie als Seitenzweig zur Entwicklung gelangen will, die dicke und feste Rinde mit Gewalt durchbrechen muss. In diesem Stadium erscheinen dann die 2 ersten Schuppen in der Mediane (die erste zur Mutterachse gewendet), nach denselben aber 2 Schuppen seitlich (Fig. 373 *a*, 1). Vergl. hiezu die Arbeit von Lindinger.

S. 590, Z. 35. Ja auch bei vielen Cupressineen mit schuppenförmigen Blättern fallen ganze Seitenästchen alljährlich ab, so z. B. im Winter bei *Thuja occidentalis*.

S. 592, unter der Abbildung Fig. 375 soll *Dracaena angustifolia* stehen.

S. 594, Z. 40. *Tetradyclis salsa* Stev. (Zygophyl.) ist eine einjährige, zarte, kleine Pflanze, welche auf salzigen Sandfluren in der Umgebung des Kaspischen Sees vorkommt und hier im Verlaufe eines Monats im Frühjahr erwachsen, aufblühen, ausreifen und absterben muss, weil gleich hierauf die Sandfluren dermassen versengt werden, dass jedwede Vegetation die ganze Sommersaison hindurch unmöglich wird (Bunge, Linnaea, 1840).

S. 596, Z. 4. Sehr interessant ist in dieser Beziehung *Iris Reichenbachii* Heuff. (I. bosniaca Beck), welche zwar auf dieselbe Weise wie andere Iris-Arten wagrechte, dicke Rhizome bildet, jedoch nur einmal (im 2. oder 3. Jahre) aufblüht, sodann kümmerlich vegetiert und schliesslich eingeht. Wenn man sie daher im Garten kultivieren will, so muss man sie alljährlich aussäen.

S. 597, Z. 27, n. A. Es ist beachtenswert, dass die meisten Monokotylen und manche Monokotylenfamilien fast ausnahmslos perennierende Pflanzen sind, welche sich durch Zwiebeln, Knollen und Rhizome erneuern und jahrelang erhalten. Mit dieser Lebensart hängt wohl das frühzeitige Absterben der Hauptwurzel am Keimlinge zusammen. In der Familie der *Liliaceen* sind es bloss die Gattungen *Bulbine* und *Asphodelus* (A. pendulinus Coss.), wo einjährige Arten vorkommen.

S. 600, Z. 29. Die krautartigen *Malvaceen* sind wahrscheinlich aus den holzigen tropischen *Bombaceen* hervorgegangen.

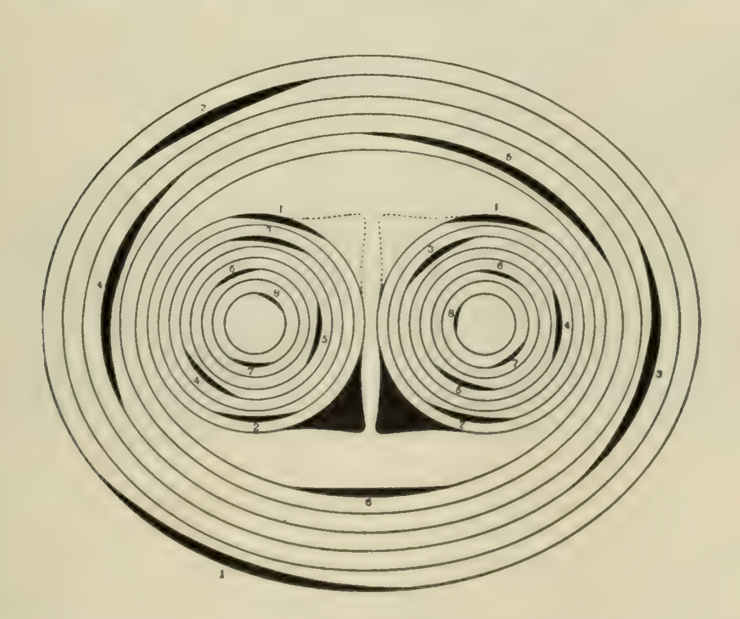
S. 600, Z. 40. Ein hübsches Beispiel hiezu bietet uns die niedliche, krautartige, mit langen, dünnen, unterirdischen Rhizomen versehene *Cornus canadensis* L., deren Verwandten strauch- oder baumartig auswachsen.

S. 601, Z. 11. Klugkist beobachtete eine Keimpflanze von *Philadelphus coronarius*, welche kaum 13 *cm* hoch war und mit einer Blüte endigte.

S. 602, Z. 39, n. A. Es wurde bei verschiedenen Gelegenheiten wiederholt auseinandergesetzt, dass der Phanerogamenstamm eine monopodiale Ver-



Fig. 49. **Hyphaene thebaica**, das dichotome Stammstück, mit dem Angularblatt oberhalb der Dichotomie. — Unten die Verzweigungsart des Stammes diagrammatisch dargestellt; 6) das Angularblatt oberhalb der beiden dichotomischen Zweige. (Nach Schoute.)



zweigung aufweist in der Weise, dass derselbe von einem vegetativen Scheitel abgeschlossen ist, welcher in akropetaler Anordnung Seitenhöcker erzeugt, aus welchen dann Blätter und mit diesen zu-

sammenhängende Seitensprosse hervorkommen. Diese Seitenorgane sind bekanntlich nach bestimmten phyllotaktischen Gesetzen derart zusammengestellt, dass die ganze Pflanze ein Gebäude vorstellt, welches seine Glieder harmonisch in allen Richtungen auseinanderstreckt.

Die monopodiale Verzweigung bei den Phanerogamen ist bisher so allgemein als ausnahmslose Regel angenommen worden, dass man an etwaige Ausnahmen, welche an die Dichotomie der Kryptogamen zu erinnern vermöchten, nicht geglaubt hat. Und dennoch wurden in der jüngsten Zeit derartige Ausnahmsfälle festgestellt, und zwar in derselben Weise, wie sie bei den Gefässkryptogamen vorkommen.

Im Jahre 1909 hat Schoute die Verzweigung der Palmengattung *Hyphaene* untersucht und klar nachgewiesen, dass ihre bekannte gabelartige Teilung des Stammes nach den Gesetzen der typischen Dichotomie vor sich geht. Es tritt sogar das Angularblatt oberhalb der Dichotomie zum Vorschein, und zwar auch in dem Falle, wenn er nach der phyllotaktischen Divergenz eine andere Stelle einnehmen sollte, wie es aus der beigefügten Abbildung (Fig. 49) zu ersehen ist. Gleicherweise spricht die parallele Anordnung der Blätter an den Gabelästen für die echte Dichotomie. Die dichotomische Verzweigung der *Hyphaene* scheint die Regel zu sein, wenigstens in den vegetativen Teilen dieser Pflanze, was uns durch die schöne Reproduktion (Fig. 50) veranschaulicht wird.

Die Entdeckung Schoutes gehört somit zu den bedeutsamsten, welche in den letzten Dezennien auf dem Gebiete der wissenschaftlichen Botanik gemacht wurden, denn sie gestattet uns, die phylogenetische Entwicklung des Pflanzenreichs nach der wichtigsten Seite der Morphologie hin zu verfolgen. Es wurde bereits im I. Teile unseres Werkes klargelegt, dass die Gefässkryptogamen sämtlich eine dichotomische Verzweigung aufweisen, auch die Equisetaceen nicht ausgenommen. Dieser Verzweigungstypus verschwindet aber bei den Phanerogamen, um dem monopodialen Wuchse Platz zu machen. Der monopodiale Wuchs ist als Folge der vorgeschrittenen Entwicklung anzusehen, indem die Kaulomglieder (Anaphyte) sich zu einem einheitlichen Ganzen konsolidieren. Die Pflanze bemüht sich, aus unzähligen Gliedern einen einzigen Körper zu bilden, welchem einzelne Seitenorgane durch verschiedene Funktionen dienlich werden. Die Monokotylen zeigen jedoch hin und wieder die alte Stammgliederung nach dem Kryptogamentypus (Palmen, Gräser); demzufolge könnte man auch hier theoretisch eine Dichotomie erwarten, welche im wesentlichen in der Zweiteilung der Anaphyte ihren Ursprung hat. Dieser Erwartung entspricht nun die beschriebene *Hyphaene* mit ihrer Stammdichotomie, in welcher also eine atavi-

stische Reminiszenz an die Kryptogamen auf dieselbe Weise, wie die Spermatozoiden einiger Gymnospermen, zu erblicken wäre.

Wir haben schon oben bei der Blatteilung darauf hingewiesen, dass die dichotomische Blattspaltung und ihre Variation als Dédoublement der Blütenteile ihr Seitenstück in den dichotomisch geteilten Blättern der Farne findet, und dass die gegabelten Blüten der



Fig. 50. **Hyphaene thebaica**, Habitusbild der Palme. Verkl.

Phanerogamen ebenfalls als atavistische, dichotomische Erscheinungen aufzufassen sind. Aus alledem vermag man nun den Schluss zu ziehen, dass die alte kryptogamische Dichotomie ihre Nachklänge noch unter den Phanerogamen hat, wenn dieselben auch nur als Ausnahmen oder als abnorme Fälle in die Erscheinung treten.

Die Beobachtung Schoutes wird aber gewiss nicht vereinzelt bleiben und man darf hoffen, dass dieselbe noch durch andere Beispiele bereichert werden wird. Mir gelang es indessen, bei einer anderen Palmenart dieselbe Sache zu konstatieren. Es betrifft dies die mexikanische *Chamaedorea Martiana* Wendl. (Fig. 51, 52), welche in den ersten Jahren nach ihrer Aufkeimung einen nieder-



Fig. 51. **Chamaedorea Martiana.** Geringelter Stamm, in zwei aufrechte Zweige sich dichotomisch teilend. (Original.)

liegenden, dicken und kurzen Stamm bildet. Aus diesem Stamme treiben unterwärts lange Adventivwurzeln und aufwärts gefiederte und dicht zweizeilig geordnete Blätter. Nun beginnt sich der Stamm in der Weise zu verzweigen, dass sich der Stammscheitel in zwei gleiche Vegetationshöcker teilt und hiemit zwei gleichen Ästen den Ursprung verleiht. Es wachsen in der Tat zwei langgliederige, dünne

Stengel in senkrechter Richtung empor, welche sich durch ihre Gestalt von dem wagrechten Stamme durchaus unterscheiden. Die Pflanze fängt in diesem Stadium an, ihre definitive Vegetationsperiode durchzuleben. Die Stellung und Anordnung der Blätter an beiden senkrechten Stengeln (Stämmen) ist ganz gleich und parallel. Das letzte Blatt des Jugendstamms stellt sich als Angularblatt über



Fig. 52. **Chamaedorea Martiana** Ein nach den abgefallenen Blättern geringelter Stamm, oben sich dichotomisch teilend. (Original.)

den Dichotomiewinkel von der Oberseite her. Die ersten Blätter beider senkrechten Stämme sind mit dem Rücken dem Angularblatt zugewendet.

Nebst den erwähnten dichotomischen Stämmen entwickeln sich auch ein oder mehrere Seitenstengel aus der Blattachsel am Jugendstamme, wie dies unsere Abbildung deutlich wiedergibt. Demzufolge

zeigt die genannte *Chamaedorea* die dichotomische und monopodiale Verzweigung auch in den vegetativen Achsenteilen gleichzeitig. Es geschieht zuweilen, dass der eine dichotomische Stammscheitel verkümmert, was alsdann die Entwicklung eines einzigen, ein Monopodium scheinbar nachahmenden Stamms zur Folge hat.

Einen zweiten Fall dichotomischer Verzweigung beobachtete ich an den Keimpflanzen der *Alstroemeria brasiliensis* Spr., deren Rhizombildung weiter unten besprochen werden wird. Die Hauptachse hat sich nämlich nach der Schuppe (*b*, Fig. 54) in zwei gleiche, gleich beblätterte Stengeläste verzweigt, wobei dieselbe Schuppe als Angularblatt die Stelle oberhalb der Dichotomie eingenommen hat.

Es sei hier schliesslich noch ausdrücklich bemerkt, dass alle gabelförmigen Dichasien, besonders dort, wo die Terminalknospe verkümmert, sowie die monopodialen Verzweigungen, welche die Dichotomie nicht selten getreu nachahmen und welche von den modernen, durch anatomische und ontogenetische Vorurteile verblendeten Botanikern kurzweg als Dichotomie bezeichnet werden, mit der Dichotomie nichts zu tun haben und nur Spezialfälle des Monopodiums darstellen.

S. 604, Z. 15, n. A. Einen ausserordentlich lehrreichen Beleg für die Verschiebung der Tochtersprosse auf die Mutterachse bietet uns die Leguminose *Crotalaria alata* Buch. (Fig. 28), welche nebstdem durch flügelartig herablaufende Nebenblätter ausgezeichnet ist. Die Blütentraube ist hier aus der Blattachsel hoch auf die Mutterachse hinaufgerückt, immerhin aber in der Weise, dass sie noch unterhalb des nächsten Gliedes abspringt. Der in der Achsel hervorwachsende Wiederholungsspross (*b*) ist als Serialspross aufzufassen.

S. 605, Z. 34. Die Infloreszenzen mancher *Solanum*-Arten (S. guianense Dun., S. nigrum L.) entspringen fast durchweg auf den Stengelzweigen weit von den nächsten Blättern entfernt. Eine sehr interessante Anwachsung der Blütentrauben an die Mutterachse findet bei einigen Arten der Gattung *Polygala* statt (P. obtusata DC. u. a.). Die *Gaultheria Cumingiana* Vid. besitzt gleichfalls hoch auf die Mutterachse hinaufgerückte Blütentrauben. Bei *Cycnium racemosum* Bth. (Scrophul.) und *Eucomis punctata* Her. verschieben sich die Blütenstiele aus der Brakteenachsel hoch auf die Traubenachse hinauf. Die Blüten in den langen und reichen Ähren von *Duranta rostrata* und *D. bracteata* sind sämtlich aus ihren Brakteenachseln hinaufgerückt.

S. 606, Z. 16, n. A. Die Leguminose *Cassia Chamaecrista* L. trägt einige Blüten an einem gemeinschaftlichen, blattlosen Stiele, welcher aus der Achsel des grünen, gefiederten Stützblatts hervortritt. Nun legt sich dieser Stiel an die Mutterachse und durch einen schmalen Streifen verwächst er mit derselben derart, dass die Konturen beider

Bestandteile gut erkennbar sind. Die langen Stipulae des Stützblatts sind der angewachsenen Stielpartie hinauf angedrückt. Es braucht wohl nicht bemerkt zu werden, dass es sich hier nur um eine kongenitale Verwachsung handelt, wenn auch dieser Fall lediglich eine teilweise Verschmelzung zweier Achsen darstellt.

S. 607, Z. 13, n. d. W. »Loranthus,«: *Spiraea Aruncus*, *S. japonica*, *Lendenbergia rosea* (Phytolac.), *Polyosma Philippinensis* (Saxifr.),

S. 607, Z. 20, n. A. Bei der Campanulacee *Dobrowskya scabra* DC. (Natal) ist schön zu sehen, wie das Stützblatt dem achselständigen Blütenzweig anwächst, während es unterhalb der sterilen, nahe stehenden Zweige seinen Platz an der Zweigbasis einnimmt. Sehr interessant haben sich diese Verhältnisse bei der amerikanischen *Adlumia fungosa* (Fumar.) ausgestaltet, wo der Infloreszenzstiel mit dem Blattstiele verwächst und ausserdem weiter hinter der Verwachsung eine vegetative, dem Blatte angewachsene Serialknospe zum Vorschein gelangt.

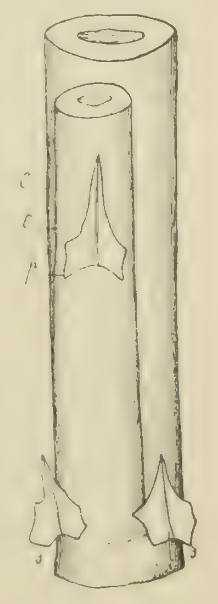


Fig. 53. **Phyllanthus Matsumurae** Hay. Stengelpart. (*o*) mit einem Tochterzweig (*o'*); *p*) das auf d. Tochterzweig hinaufgerückte Stützblatt, *s*) seine Stipeln. (Original.)

S. 608, Z. 13, n. A. Die Verschiebung der Blätter erfolgt zuweilen in der eigentümlichen Weise, dass lediglich der Stipularteil sich verschiebt, während das Blatt auf seinem Platze sitzen bleibt. So verschiebt sich die scheidige, intrapetiolare Stipula der *Ficus elastica* ein wenig auf die Mutterachse. Bei *Dipterocarpus zeylanicus* sind die intrapetiolaren Stipularscheiden deutlich über die Blattinsertion auf der Mutterachse hinaufgerückt und hier die Achselknospe deckend. Ein höchst merkwürdiges Beispiel bietet uns aber in dieser Hinsicht die japanische Euphorbiacee *Phyllanthus Matsumurae* Hay. (Fig. 53), wo sich das schuppenförmige Phyllom (*p*) hoch auf den Tochterzweig verschiebt, während seine fast gleich grossen Nebenblätter (*s*) ihren Platz beiderseits der Tochterzweigbasis behalten. Den vorher angeführten Fällen gegenüber verhält sich hier die Sache ganz umgekehrt.

S. 611, Z. 19. Bei der Gattung *Dichapetalum* ist gleichfalls die Infloreszenz mit dem Stützblattstiele verwachsen.

In Hinblick auf die bereits dargelegten Beispiele will es uns scheinen, dass man vom morphologischen Standpunkte aus zwei Kategorien von Dislokation der Organe unterscheiden muss: 1) die Verwachsung, 2) die Verschiebung. Die erste Kategorie kommt zustande, wenn zwei Organe in der Weise zusammen-

wachsen, dass ihre Bestandteile in der verwachsenen Partie enthalten und innerlich durch anatomische Beschaffenheit und äusserlich durch morphologische Merkmale nachweisbar sind. Die zweite Kategorie findet statt, wenn ein Organ von dem Nachbarorgan von seinem Platze in der Weise weggetragen wird, dass das erstere auf dem anderen in seiner ganzen Grösse erscheint, ohne eine Spur nach der Verwachsung zu verraten. Die Unterscheidung dieser beiden Dislokationskategorien ist vorzugsweise in der Blütenmorphologie wichtig, denn hier tritt bald diese, bald jene in die Erscheinung. Die Staubgefässe sitzen z. B. nicht selten am Rande des Receptakulums, ohne tatsächlich mit diesem vorher verwachsen gewesen zu sein; das Receptakulum kann einzig und allein aus dem Kelche gebildet werden, die Stamina und Petala sind aber auf demselben hinauf verschoben. Die Stamina können in der sympetalen Corolle einmal lediglich eingefügt oder verschoben werden, ein andermal können sie aber der Corolle angewachsen erscheinen. Im ersteren Falle ist unter der Insertion der Stamina keine Spur zu gewahren, im zweiten Falle ist die Verwachsung durch eine Rippe oder einen Nerv kenntlich.

S. 612, Z. 24, die Worte »überhaupt nicht vorkommt« sind zu streichen und statt dessen füge hinzu: eine überaus seltene Ausnahme bildet.*

S. 613, Z. 4, n. A. Die einjährige Crassulacee *Pistorinia hispanica* DC. zeigt nach den ersten zwei Stengelgliedern (die Blätter sind gegenständig) eine scheinbar regelmässige, dichotomische Verzweigung, indem beide Gabeln gleich sind und zwischen den Gabeln keine Endknospe zum Vorschein tritt. Die eine Gabel stellt allerdings die Mutter-, die andere die Tochterachse dar. Diesem Verhältnisse gemäss ist wohlweislich die Blattorientation an den beiden Gabeln gleich.

S. 618, Z. 8, n. A. Nicht weniger interessante, sympodial verkettete Rhizome weisen einige exotische *Alstroemerien* (Amaryl) auf, welche schon Irmisch im Jahre 1879 in seinen klassischen Arbeiten behandelt hat.

Die Anlegung und weitere Entwicklung mag uns die Keimpflanze der *A. brasiliensis* Spr. anschaulich wiedergeben (Fig. 54). Das Keimblatt ist niedrig und scheidig, demselben folgen zwei fast gleiche, scheidenförmige Schuppen (*a*, *b*), hierauf folgt schon ein grünes Laubblatt (*l'*). Unterhalb des Keimblatts entspringt frühzeitig eine Adventivwurzel (*k'*). Die Hauptachse (I) wächst rasch empor, trägt oben grüne, verdrehte Blätter (S. 408) und aus der Achsel der ersten Schuppe (*a*) treibt eine Knospe mit einer transversal orientierten Schuppe (*a'*), welche die Rückseite der Schuppe (*a*) durchreisst. Aus dieser Knospe entwickelt sich nun einerseits ein hinaufstrebender, zwei Schuppen (*b'*, *c'*) und wiederum grüne Laubblätter tragender Spross (II), anderseits ein walzenförmiges, senkrecht her-

unterwachsendes Rhizom (III), welches mit einer Knospe abschliesst. Dieses Rhizomglied ist als Tochterachse zur Achse II anzusehen und treibt wiederholt in einen oberirdischen Spross und in ein unter-

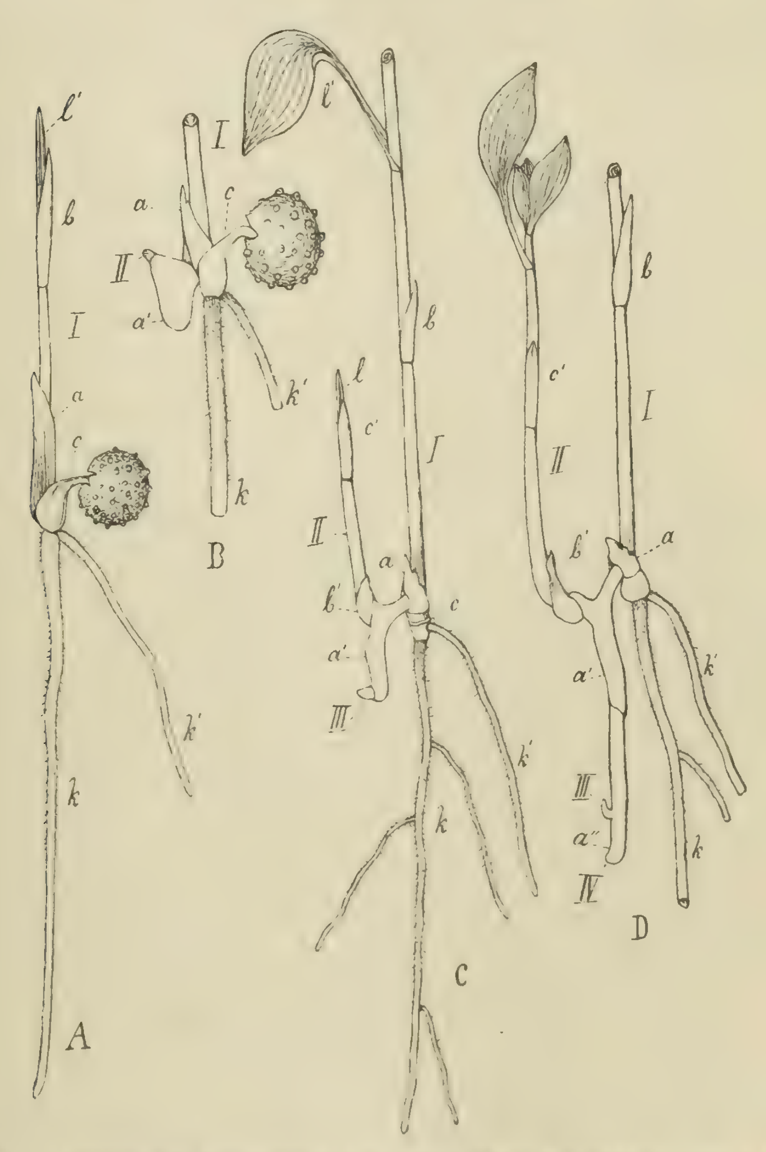


Fig. 54. **Alstroemeria brasiliensis** Spr. Schrittweise Entwicklung der Keimpflanze. *c* Keimblatt, *a*, *b* die ersten Schuppenblätter, *l'*) das erste Laubblatt, I) Hauptspross, II, III, IV) Tochtersprosse, *k*) Hauptwurzel, *k'*) Adventivwurzel, *a'*, *b'*, *c'*) Schuppenblätter des Tochtersprosses. (Original.)

irdisches Rhizomglied, wodurch ein mehrgliederiges, unterirdisches, senkrecht herunterwachsendes Rhizomsympodium entsteht. Das senk-

rechte, positiv geotropische Wachstum dieses Rhizoms erinnert an die monopodialen Rhizome der *Dracaena angustifolia* (S. 592).

S. 626, Z. 5, n. A. 6) Zahlreiche Cucurbitaceen zeigen im jugendlichen Stadium, wo noch keine Ranken vorhanden sind, eine deutliche sympodiale Zusammensetzung der vegetativen Stengelglieder. Die ersten Ranken an den Keimpflanzen sind ausserdem dadurch lehrreich, dass sie deutlich in die Blatt- oder Kotyledonarachsel herablaufen, ja bei *Cyclanthera pedata* entspringen die Ranken direkt aus der Achsel eines Kotyledons, welcher Umstand ihre Achsennatur am besten bestätigt. Eine derartige Ranke verwandelt sich zuweilen in einen Achselspross, dessen erste Blätter rankenartig entwickelt sind. Dieselbe Cucurbitacee trägt normalerweise einfache oder zweiarmige Ranken; im zweiten Falle bilden sich nun nicht selten beide Rankenarme in flache Blätter um, zwischen welchen eine kleine Scheitelknospe bemerkbar wird.

Die hohe und senkrecht hinaufwachsende afrikanische Wüstencucurbitacee *Acanthosicyos horrida* Welw. (Naras) entwickelt überhaupt keine Ranken, weil sie für die Pflanze bedeutungslos wären. Man findet indessen beiderseits der Blattstielinsertion zwei Stacheln, welche zweifelsohne als Trichombildungen aufzufassen sind.

S. 626, Z. 1, n. d. W. »ist« soll ein Absatz folgen.

S. 631, Z. 37, n. A. Dass die Laubblätter der Gattung *Sciadopitys* keine normaleinfachen Blätter vorstellen, ergibt sich auch aus der Keimungsgeschichte dieser Pflanze, indem nach den zwei grünen, linealen Kotyledonen zwei flache, lineale, grüne Blätter folgen, welche von den älteren Blättern ganz abweichend ausgebildet sind. Es sind dies echte, einfache Blätter, denn sie sitzen selbst auf der Achse, nicht aber in den Schuppenachseln. Sie sind einfach zugespitzt (nicht ausgerandet), unterseits flach, rinnenlos, längs des Mittelnervs mit breiten, blassen Streifen wie bei den Tannenblättern gezeichnet. Erst nach diesen einfachen Blättern folgen Schuppenquirle mit gerillten Doppelblättern in den Achseln.

Die Brachyblaste der Gattung *Larix*, *Cedrus* . . . . . .

S. 636, Z. 11, n. A. Phyllokladienbildung ahmt im wesentlichen auch der succulente Stengel der *Cactaceen* nach, indem er zuweilen die Gestalt flacher, grüner Platten (Opuntia) oder sogar grüner, flacher, gestielter und gezähnter Glieder (Rhipsalis) bei vollständiger Abortierung der Blätter erzeugt.

Hochinteressant, wenn auch selten, ist die Phyllokladienbildung bei den Gramineen. Die südafrikanische Wüstenart *Eragrostis spinosa* Trin. bildet rigide, grüne, stachelig beendete, blattlose Halme, welche unten nur Blattscheiden mit verkümmerten Spreiten, oben

aber abstehende, verflachte, grüne, mit Blütenähren am Rande besetzte Phyllokladien (Rispenäste) trägt.

S. 645, Z. 3, n. A. In dem Bereiche der Liliaceen möchten wir noch nachträglich auf zwei verwandte Arten verweisen, wo die Anspielung auf die morphologischen Ruscus-Verhältnisse wiederkehrt. Es ist dies zunächst das japanische *Polygonatum Peribalanthus* Mak., wo unter den Blüten grosse, eiförmige Brakteen entwickelt sind, welche lebhaft an die Brakteen der Gattung *Ruscus* und *Danaë* erinnern. Fernerhin ist es die südafrikanische *Behnia reticulata* Didr., welche habituell einer Smilax oder einem Myrsiphyllum wohl nicht unähnlich ist. Auf dem vielverzweigten Stengel wechseln breit-eiförmige, grüne Blätter mit reduzierten Schuppen ab. An den seitenständigen Zweigen endigt der Zweig zumeist mit einem scheinbar terminalen Laubblatt, welches an der Basis eine gestielte, wohlweislich terminale Infloreszenz trägt. Es würde hier also nur ein Schritt genügen, um zur Anwachsung dieser Infloreszenz an das Laubblatt zu gelangen — und wir hätten ein blütentragendes Phyllokladium von Ruscus vor uns.

S. 645, Z. 9, n. A. Die fraglichen Phyllokladien der Gattungen *Ruscus*, *Semele* und *Danaë* hat neuerdings Daněk einer sorgfältigen Untersuchung unterzogen und seine Ergebnisse in einer inhaltsreichen und allseitig wichtigen Arbeit im Jahre 1912 zusammengestellt, wo auch die sämtliche, vorangehende Literatur kritisch durchgenommen und objektiv behandelt wird. Daněk berücksichtigt die älteren morphologischen Daten und ergänzt dieselben durch neue, anschauliche und über alle Massen überzeugende Beobachtungen. In der zweiten Hälfte seiner Arbeit beschreibt und illustriert er eingehend die anatomischen Verhältnisse der genannten Phyllokladien und vergleicht die diesbezüglichen Angaben anderer Autoren. Die Resultate Daněks bestätigen durchaus die von uns dargestellten Aufschlüsse. Er hebt vornehmlich hervor, dass auch die anatomische Struktur derart ausgebildet ist, dass die Basis des Phyllokladiums von *Danaë* deutlich auf die Achsenbeschaffenheit hinweist, während das flache Phyllokladium sich anatomisch als echtes Blatt verhält — ganz in Übereinstimmung mit den echten Jugendblättern an der Keimpflanze. Er beweist fernerhin mit Nachdruck und im Widerspruche zu den Erörterungen Szafers, dass auch morphologisch die Danaë-Phyllokladien (z. B. die 3 Nerven) den Jugendblättern ähnlich sind. Daněk hat auch darauf aufmerksam gemacht, dass die Angaben Szafers betreffs der anatomischen Querschnitte bei *Danaë* auf einem Irrtum und schlecht geführten Schnitten beruhen. Daněk beschreibt schliesslich die Ruscus-Phyllokladien und vergleicht anschaulich ihre anatomische Struktur mit derjenigen von *Danaë*, aus welcher Darlegung erhellt, dass die untere, mit der Infloreszenz

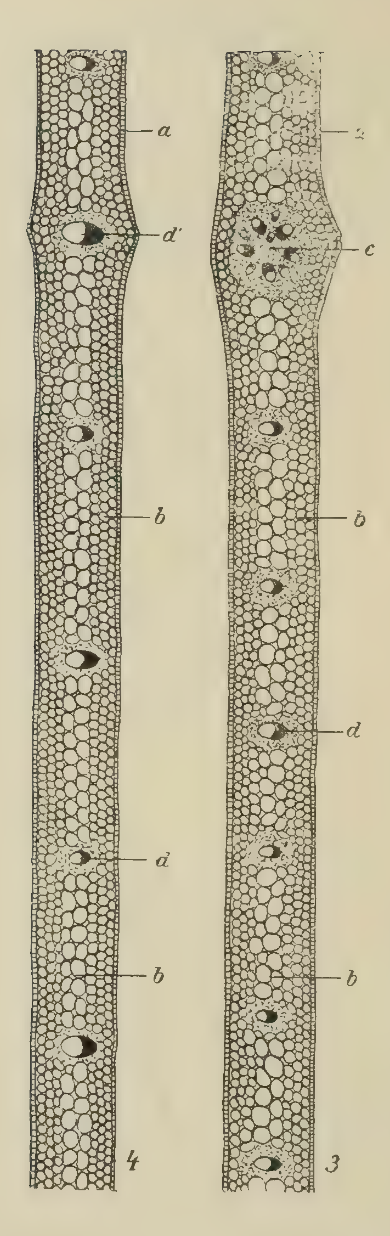


Fig. 55. **Ruscus Hypoglossum,** Querdurchschnitte durch d. Phyllokladium, 3) unterhalb des Blütenbüschels, 4) oberhalb desselben, *d'*) einfacher Central-Gefässbündel, *c*) kreisförmig gestellte Gefässbündel des Centralnervs, *b*) inneres Parenchym, *d*) Seitennerven, *a*) Epidermis. (Nach Daněk.)

endigende Hälfte des Phyllokladiums zylindrisch angeordnete Gefässbündel aufweist und infolgedessen mit der Phyllokladiumsbasis von *Danaë* homolog ist, während die obere Hälfte flach in einer Reihe gestellte Bündel besitzt und in dem Mittelnerven nur einen Gefässtrang enthält (Fig. 55, 56).

Die Auseinandersetzungen Daněks entsprechen in jeder Beziehung den Beobachtungen Reinkes, welcher die Tatsache betont, dass die Anatomie von *Danaë* und *Ruscus* mehr auf die Phyllom- als auf die Achsennatur hinweist. Diese Angabe Reinkes ist sehr beachtenswert, zumal wenn wir bei Bernátsky lesen, Reinke habe festgestellt, dass aus der Anatomie der Phyllokladien von *Ruscus* und *Danaë* die Achsennatur resultiere. Diese falsche Zitation bei Bernátsky ist lediglich auf Rechnung der Oberflächlichkeit und des Leichtsinns zu setzen, mit welchen seine ganze Arbeit durchgeführt wurde. Diese Arbeit macht beim Durchlesen den Eindruck, dass Bernátsky nicht einmal mit den Hauptbegriffen der wissenschaftlichen Morphologie vertraut ist, abgesehen von seinen zahlreichen unrichtigen anatomischen Beschreibungen und den daraus abgeleiteten Schlussfolgerungen.

Der wissenschaftliche Forscher ist verpflichtet, alle Gründe einer Theorie, gegen welche er polemisch auftritt, obenan zu beurteilen und im Sinne seiner eigenen Theorie anzupassen. Bernátsky hat aber die morphologischen Fakta anderer Autoren einfach bei Seite gelassen

und an ihre Stelle seine falschen, ungenügenden und nichtssagenden anatomischen Ausführungen gestellt.

S. 647, Z. 14. Ein anderes Beispiel dieser Art könnte die *Gouania domingensis* L. (Rhamnac.) abgeben.

S. 650, Z. 38. *Spartium spinosum* L. und *Alhagi Maurorum* DC. sind mit ähnlichen Achsendornen ausgerüstet. *Genista tricuspidata* Dsf. (Afr.

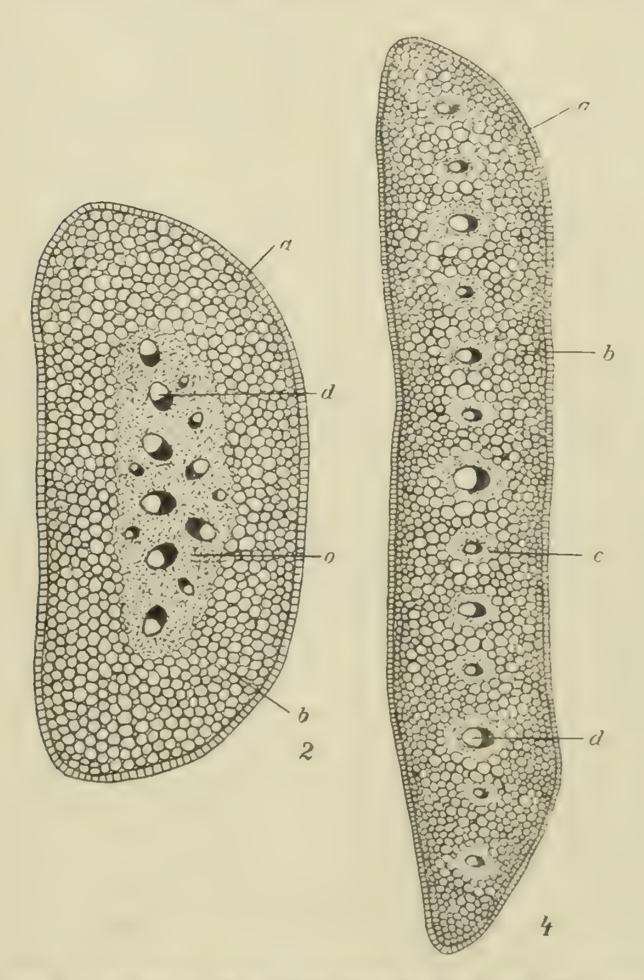


Fig 56. **Danaë racemosa,** Querdurchschnitte durch das Phyllokladium am Grunde (2) und in der Mittelpartie (4), *b*) inneres Parenchym, *o*) Gefässbündelzylinder, *d*) Gefässbündel, *a*) Epidermis, *c*) Gefässbündelscheide. (Nach Daněk.)

bor.) geht in ihrer Dornenausbildung noch weiter, indem hier die Achsendornen überaus rigid und fest, spitzig, ganz glatt und vollkommen blatt- und schuppenlos erscheinen.

S. 655, Z. 9. Die gemeine *Syringa vulgaris* L. treibt bis 1 *m* lange, schuppentragende, wagrechte, weiche Rhizome, welche am Ende in ober-

irdische, holzige Stämme emporwachsen, unten aber ein dichtes Wurzelgeflecht hervorbringen. Vermöge dieser Rhizome okkupiert dieser Strauch in kurzer Zeit ausgedehnte Flächen auf Unkosten der anderen Vegetation.

S. 655, Z. 17, n. A. Wenn die ausdauernden Krautpflanzen nur kurze, weniggliederige, aufrechte Seitenzweige aus dem alten Wurzelstocke erzeugen, ohne ober- oder unterirdische Ausläufer zu bilden, so erlangen sie alsdann ein dicht rasiges Aussehen (Festuca ovina, Stipa pennata, Carex stricta, Viola hirta). Nimmt ein derartiger Rasenstock alljährlich am Umfange zu, so stirbt nach einigen Jahren die Mittelpartie ab und der Rasenstock bildet eine regelmässige, ringförmige Form (Potentilla alba, Carex montana).

S. 659, Z. 27. Die Fälle, wo die Achsenknolle aus dem Nodus, das heisst aus der Partie oberhalb und unterhalb der Keimblätter an der Keimpflanze angelegt wird, sind ziemlich selten. Als Beispiel mag hier die gemeine *Scrophularia nodosa* L. dienen.

Die unterirdische Knollenbildung findet auch bei einigen Amaryllidaceen statt, so namentlich bei der Gattung *Hypoxis*. Dieselbe zeigt in der Jugend ebenfalls eine rundliche, massive Achsenknolle, welche bei der *H. Krebsii* Fisch. alljährlich Seitenknollen entwickelt, welche aber mit der alten verwachsen und hiedurch zuletzt ein grosses Konglomerat von Knollen vorstellen. Die Knolle der *H. villosa* L. bleibt einfach, wächst aber oben alljährlich weiter dermassen, dass sie zuletzt eine walzenförmige, senkrechte, dicke Gestalt erlangt. *H. stellata* L. (wie die vorhergenannten aus Kapland) ist dagegen eine zarte Pflanze, welche lediglich erbsengrosse, rundliche, einfache Knollen erzeugt. Diese sind, wie bei Crocus, von faserigen Schuppen überzogen und sitzen auf einem breiten, schüsselförmigen Gebilde, welches sich aus der vorjährigen Knolle nach der Aussaugung durch die Verflachung ausgestaltet hat. Dieser Vorgang bei der Knollenerneuerung entspricht folglich derjenigen bei Crocus.

S. 667, Z. 16, n. A. Die Knollenbildung bei den *Gramineen* gehört zu den grossen Seltenheiten. Die Gräser vermehren sich auf vegetativem Wege regelmässig durch weit kriechende Rhizome, deren Glieder sich selten wann verdicken, Reservestoffe aufspeichern und nach einer Ruheperiode zu einer oberirdischen Pflanze heranwachsen. Dergleichen kugelige Basalknollen am Halmgrunde sind eben bei dem gemeinen *Alopecurus pratensis* L. bekannt, ich weiss jedoch nicht zu sagen, ob dieselben zur vegetativen Vermehrung dienlich seien. *Panicum bulbosum* HBK. (Mexiko) besitzt ebenfalls grundständige, haselnussgrosse Knollen. Sehr ausgezeichnet sind aber diese Knollen bei dem südeuropäischen *Arrhenatherum erianthum* Boiss. entwickelt, welches ich selbst am Schwarzen Meere bei Burgas in der schwarz-

erdigen Steppe in Unmassen angetroffen habe. Diese Pflanze bildet hier eine solche Menge von Knollen, durch welche sie sich alljährlich erneuert, dass die Erde nach der vergangenen Sommerperiode von ihren weissen, haselnussgrossen, festen Kugeln allenthalben über und über voll ist.

S. 669, Z. 34. Zu ähnlichen Resultaten gelangte neulich auch Lindinger.



Fig. 57. Nolina recurvata Hem. Entwicklung der Keimpflanze und die Anlegung der Stammknolle. *c* Keimblatt, *h*) Hypokotyl, *s*) Mittelstück, *l*) die ersten Scheidenblätter, *o*, *o'*) die knollenartig verdickten, ersten zwei Stammglieder. (Original.)

S. 674, Z. 6. *Vitis gongylodes* Bak., welche in unseren Glashäusern allgemein verbreitet ist, bildet am Ende der scharf vierkantigen Sprosse 1—2, aus den verdickten Achsengliedern entstandene Knollen, die sich auch abgliedern, abfallen und die Ruheperiode überdauern, um alsdann zu neuen Sprossen hervorzuwachsen.

S. 674, Z. 10, n. A. Einen auf die gleiche Art wie die Kakteen ausgestatteten, succulenten Stamm hat die merkwürdige, die Xerophytengebiete Mexikos bewohnende Liliacee *Nolina recurvata* Lenn. ausgebildet. Der über 2 *m* hohe Stamm ist hier sehr dick, nach den abgefallenen Blättern scharf geringelt, aus einer bis 2 Fuss im Durchmesser dicken, kugelrunden, oberirdischen Knolle allmählich emporsteigend. Der Stamm samt der Basalknolle ist massiv, sehr saftig, innen zum grössten Teile aus grossen und dünnwandigen Zellen zusammengesetzt, welche mit ihrem wässerigen und stärkelosen Inhalt gewiss nur als Wasserspeicherorgan der Pflanze dienlich sind. Dies wird auch durch die Anwesenheit unzähliger langer, dracaenaartiger Blätter, welche den mächtigen Schopf am Stammscheitel bilden, bekräftigt. Diese grünen Blätter verrichten die Assimilation und die Ernährung der Pflanze, die Knolle und der Stamm sind bei der Wasserversorgung behilflich.

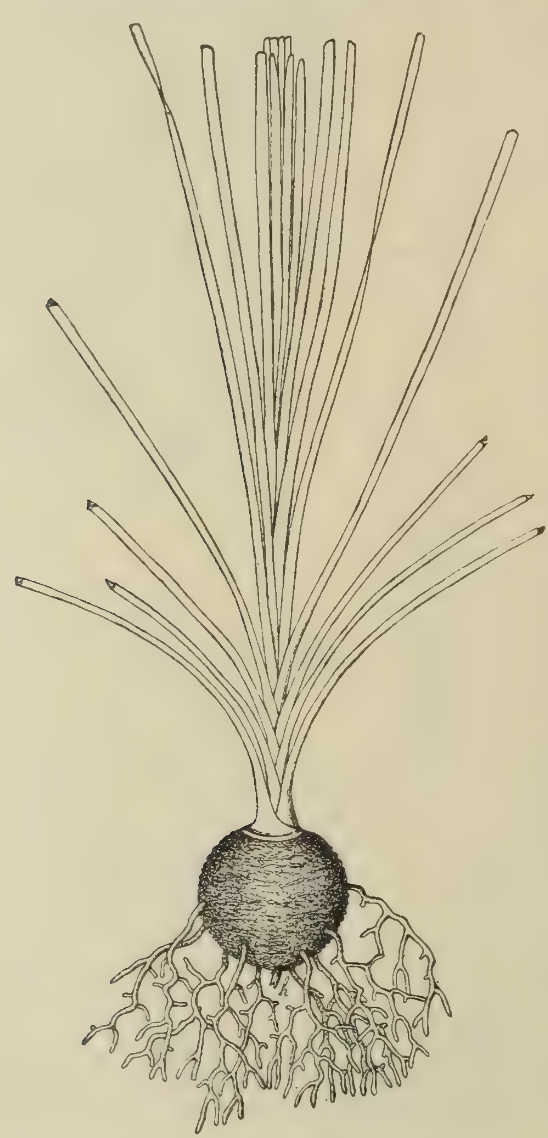


Fig. 58. **Nolina recurvata Hem.** Zweijähr. Pflanze, mit einer kugeligen Basalknolle; *k*) abgestorbenes Hypokotyl. (Original.)

Ich hatte Gelegenheit, die Keimung und weiterhin die Knollenentwicklung dieser interessanten Wüstenpflanze zu verfolgen (Fig. 57). Der Keimling zeigt ein breites, scheidiges Keimblatt, aus dessen Rückseite ein dünnes Mittelstück heruntertritt. Das Hypokotyl ist zwar kurz, aber scharf abgesondert. Dem Keimblatte folgen gleich grüne, aufrechte Laubblätter, und

zwar in distichischer Anordnung. Nicht lange nach der Aufkeimung beginnt die Achsenpartie zwischen der Keimblattinsertion und dem ersten Blatte sich knollig zu verdicken, worauf ferner auch die weitere Achsenpartie bis zum zweiten Blatte der allmählichen Verdickung unterliegt, so dass zuletzt eine kugelrunde Knolle zustande gelangt, in deren Mitte 1—2 unterste Blätter stehen, am Scheitel aber ein Blattschopf emportritt. Im nächsten Jahre zeigt die erwachsene Pflanze



Fig 59. **Nolina recurvata** Hem. Mehrjährige Pflanze, mit basaler Stammknolle, welche sich in einen walzigen, fleischigen Stamm verschmälert. Stark verkl. (Original.)

eine nussgrosse, kugelige, aussen narben- und blattlose (die ersten Blätter fallen spurlos ab), ein wenig im Boden versunkene, unten durch zahlreiche, verzweigte Adventivwurzeln befestigte Knolle, unter welcher noch ein Überrest nach dem abgestorbenen Hypokotyl zum Vorschein tritt (Fig. 58). Die grünen, langen Blätter beobachten eine dichte, distichische Anordnung. In diesem Stadium verharrt die

Nolina recurvata einige Jahre. Erst dann beginnt sich der Stamm oberhalb der Knolle hinauf zu strecken, wodurch die Pflanze schliesslich die Gestalt (Fig. 59) annimmt. Von nun an stellen sich die Blätter am Stamme in spiralige Anordnung.

Es ist hier folglich das Interessante, dass die Pflanze zwei Knollenstadien durchmacht, und dass die Knolle lediglich aus dem Achsenelement angelegt wird. Alle diese morphologischen Vorrichtungen stehen allerdings im Einklange mit den biologischen Bedingungen, unter welchen die Pflanze in ihrer Heimat leben muss.

S. 676, Z. 15. Das an der Basis des Blütenstiels in der Traube von *Lilium Martagon* L. sitzende Vorblatt ist stets transversal orientiert. Der Blütenstand, welcher am geringelten Stamme der *Chamaedorea* entspringt, beginnt mit einer transversal gestellten Schuppe, der die folgenden sich ebenso transversal orientiert anschliessen. Der Stengel von *Disporum fulvum* Don. ist vielfach verzweigt und zweireihig beblättert. Die Achselzweige beginnen mit einer transversalen Schuppe welcher in der Transversale die Laubblätter folgen. Es ist beachtenswert, dass die erwähnte Schuppe einmal rechts, ein andermal links an den nachfolgenden Seitenzweigen in die Erscheinung tritt.

S. 677, Z. 10. Die adossierte Stellung der Achselsprosse ist fernerhin bei manchen *Anonaceen* und allgemein bei den *Nymphaeaceen* bekannt (Fries).

Eine eigenartige und im wesentlichen nicht hinreichend erklärte Orientation der Achselsprosse zeigt hingegen die Keimpflanze der *Fagus silvatica* L., an welcher in den Achseln der Keimblätter eine kleine Knospe verborgen sitzt, die zu einem Sprosse emporwächst, wenn die Hauptachse eingeht, was nicht selten geschieht. Diese Knospe ist in zwei transversale Stipularschuppen eingehüllt, welchen ein zu einer Borste reduziertes und hinter das Keimblatt gestelltes und somit superponiertes Blatt angehört. Gleich hierauf folgen grüne Blätter in der Transversale.

Ein weiteres Beispiel einer interessanten Ausnahme von der Regel bei den Dikotylen bieten uns die *Ferulago silvatica*, *F. galbanifera* u. a. Obwohl alle anderen Umbelliferen eine transversale Orientation der Achselsprosse konstant einhalten, begegnen wir da einer sonderbaren Stellung, welcher gewiss ein biologisches Motiv zugrunde liegt. Ich möchte glauben, dass durch diese Vorrichtung entweder die Förderung der Assimilation oder der Schutz vor Insekten erzielt werden soll. Am mit Blättern reichlich besetzten Stengel entspringen kurze sterile Sprosse oder öfter lediglich verkümmerte Achselknospen, deren erstes Phyllom als ein grünes, grosses, adossiertes Laubblatt entwickelt ist. Dieses Laubblatt ist mit seinem Rücken dem Stengel derart angedrückt, dass der ganze

Stengel von dergleichen Blättern umhüllt erscheint. Das Laubblatt selbst ist in den höheren Stufen gefiedert und in 5 fast gleiche Abschnitte geteilt, deren 4 seitenständige den fiederig-geteilten Nebenblättern entsprechen. Die Stützblätter der oberen Zweige bestätigen durch ihre Form diese Auslegung.

S. 678, Z. 24, n. d. W. »integrifolia,«: Omphalocarpon Radlkoferi.

S. 678, Z. 42, n. A. Die Achselknospen stehen durchweg in der Mediane, nur selten wann findet man sie ein wenig rechts oder links von der Mediane verschoben. Diese Stellung ist immerhin sekundär, was durch Drehung, ungleichmässiges Wachstum und andere Ursachen hervorgerufen wird. So finden wir an den Stengeln des *Lathyrus heterophyllus* L. die erste Achselknospe seitlich von der Mediane situiert, obwohl dieselbe in der ersten Jugend genau in die Mediane gestellt war. Die seitliche Stellung wird hier durch die rippig in der Mediane hervortretende Stengelkante bewirkt.

S. 680, Z. 10. Am auffallendsten sind diese Verhältnisse bei den borealen und Hochgebirgsweiden, deren Achselknospen bis $2^1/_2$ Jahre vor der Entfaltung angelegt werden. Die Blütenkätzchen samt den Fruchtknoten und den Stamina sind für das nächste Jahr schon angelegt, wenn die Mutterzweige heuer bereits im Aufblühen sich befinden (vergl. bei Resvoll). Diese wunderbare Entwicklung steht gewiss im Zusammenhang mit der kurzen Sommerperiode, welche den genannten Pflanzen zum Wachstum vergönnt ist. Was in milderen Landstrichen während 6 Monaten erzielt wird, muss von den borealen Weiden auf je 3 Monate in zwei Jahren verteilt werden.

Der Jahreszuwachs bei unseren Holzgewächsen mit abfallenden Blättern geschieht bald aus den Terminal-, bald aus den Seitenknospen. Es gibt ganze Gattungen, ja sogar



Fig. 60. Juglans regia L., Keimpflanze, *h*) Hypokotyl, *k*) Hauptwurzel, *s*) Stipularzahn, *c*) in d. Fruchtschalen eingeschlossene Keimblätter, *o*) Achsenscheitel, *p*) zwei Reihen Serialknospen in die Kotyledonarachseln herabsteigend, *l'*) das erste Laubblatt mit einer Axillarknospe, *l''*) das zweite Laubblatt, mit gezähnten Blättchen. (Original.)

Familien, wo die Terminalknospe, wiewohl sie im Frühjahr angelegt wird, zugrunde geht oder verkümmert, während die aus den Seitenknospen hervorgehenden Sprosse die Mutterachse hoch übergipfeln (Syringa, mançhe Weiden, Castanea, Betulaceae). Bei *Viscum* entwickelt sich die Terminalknospe überhaupt nicht.

S. 688, Z. 2, n. d. W. »Menispermum,«: *Lawsonia inermis* L. (mit 4 Serialknospen), *Plectronia pauciflora* Kl. (mit hoch hinaufgerückten Achselzweigen und einem Blattbüschel in der Achsel).

S. 688, Z. 11. Hoch interessante hinabsteigende, mehrzählige Serialknospen, welche sich mit den Infloreszenzen kombinieren und von den merkwürdigen Stipeln am Ende der Zweige gedeckt werden, besitzen die Arten der Gatt. *Weinmannia* (W. lucida Merr. u. a.) aus der Fam. der Cunoniaceen.

S. 688, Z. 20, n. A. In dieser Beziehung ist ganz besonders die gemeine *Juglans regia* L. in ihrem Keimstadium interessant (Fig. 60). Das Hypokotyl ist stark, lang, gerade, unten in eine Pfahlwurzel übergehend. Die zwei Keimblätter verbleiben in den Fruchtschalen und zeigen ein kleines Stipularzähnchen zwischen den Blattstielinsertionen. Inmitten tritt die starke, oben gefiederte Laubblätter tragende Stammachse empor. Längs dieser Stammachse beobachtet man bis zu 5 *cm* Höhe zwei Reihen von Knospen, mit der grössten oben und mit der kleinsten unten, welche in die Keimblattachseln hinabsteigen und 5—10 an der Zahl vorhanden sind. Dieselben sind alle gleich orientiert, mit transversal gestellten ersten Schuppen. Sie behaupten sich also als Serialknospen in den Kotyledonarachseln. Das erste Laubblatt stellt sich transversal zu den Keimblättern und deckt eine normale Knospe in seiner Achsel. Die Blättchen der ersten Laubblätter sind scharf gezähnt, während sie an den alten Zweigen durchaus ganzrandig erscheinen (S. 295). Diese Serialknospenbildung hängt gewiss mit den Serialknospen zusammen, welche regelmässig bei den Juglandaceen an den Sommerschösslingen in Erscheinung treten.

S. 691, Z. 34, n. A. Die krautigen Papilionaceen sind allgemein durch zweireihige Serialsprosse ausgezeichnet (S. 292). Bei den einblütigen Arten der Gattung *Lotononis* (Kapland) kommt sogar eine eigentümliche Kombination derselben mit der seitwärts gedrängten Terminalblüte in der Weise zustande, dass auf dem scheinbar monopodialen Stengel abwechselnde Blätter stehen, in deren Achsel ein Tochterzweig (der zweite Serialspross) und eine Serialknospe (dritter Serialspross) zum Vorschein kommen, während auf der anderen Seite des Stengels die extraaxillare Blüte sich vorfindet. Es liegt hier demzufolge ein zusammengesetztes Sympodium vor — ein seltener Fall bei den Leguminosen überhaupt.

S. 693, Z. 16. Die verwandte *Schweigeria fruticosa* (Violac.) besitzt seitenständige, aus der Blattachsel hervortretende, gestielte Blüten, oberhalb derselben aber eine Innovationsknospe.

S. 694, Z. 21, n. d. W. »bei«: der Gattung *Vallota* (Amaryl.) und ganz besonders bei dem kapländischen

S. 699, Z. 35. Die gleiche Knospenbildung findet auch bei der gemeinen Art *E. Cyparissias* L. statt in der Weise, dass regelmässig aus einer hypokotylen Knospe der definitive und blühende Stengel emportreibt, während die urprüngliche Achse oberhalb dieser Knospe eingeht.

Das Absterben der Hauptachse und das Emporwachsen der Seitenachsen zu definitiven Blütenstengeln aus den Kotyledonarknospen oder aus den Adventivknospen scheint übrigens bei den einjährigen Krautpflanzen eine recht verbreitete Erscheinung zu sein. Als allgemeines Merkmal kann sie bei einigen *Linaria* - Arten hervorgehoben werden (L. arvensis L., L. tenuis Spr., L. simplex DC., L ascalonica Boiss K., L. bipartita W.). Die letztgenannte wird uns die Sache am besten veranschaulichen (Fig. 61). Die junge Keimpflanze zeigt zwei längliche, oberirdische Keimblätter, zwischen denen sich die Achse verlängert und 2—3 Paare linealer, gegenständiger Blätter entwickelt, worauf sie aber dann ihr Wachstum einstellt, während am Grunde des langen Hypokotyls 2—3 endogen angelegte Adventivknospen zum Vorschein kommen. Aus einer dieser Knospen treibt nun ein langer, stattlicher und mit einer Blütentraube abgeschlossener Stengel, welcher aber mit spiralig angeordneten Blättern besetzt ist, die drei untersten, wirtelig genäherten ausgenommen. Nach der Fruchtreife vertrocknet und stirbt die ganze Pflanze ab. Es ist demzufolge interessant, dass die erste Achse gegenständige, die zweite abwechselnde Blätter trägt.

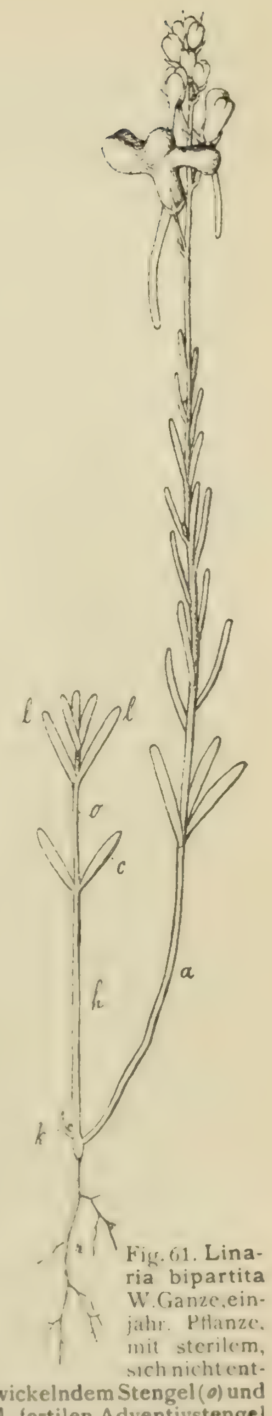


Fig. 61. Linaria bipartita W. Ganze, einjähr. Pflanze, mit sterilem, sich nicht entwickelndem Stengel (*σ*) und d. fertilen Adventivstengel (*a*); *h*) Hypokotyl, *r*) Hauptwurzel, *k*) Adventivknospe, *c*) Keimblätter, *l*) erste Blätter; etwas verkl. (Orig.)

Warum also die genannte Linaria ihren Blütenstengel aus der ersten Achse entwickelt, obwohl nach der Fruchtreife die ganze Pflanze samt der Wurzel eingeht, ist vom biologischen Standpunkte nicht klar und dürfte vielmehr als atavistische Reminiszenz auf zweijährige oder perennierende Vorfahren hinweisen.

Die gemeine *Anagallis arvensis* L. verdankt ihren rasigen Wuchs gleichfalls den Adventivknospen, welche aus dem Hypokotyl hervorgehen und ebenso mit ihren ersten Blättern nach oben und unten orientiert sind. Es wäre verdienstvoll, wenn jemand diese Hypokotylsprosse an grösserem Vergleichsmaterial eingehend verfolgen möchte, um festzustellen, ob die angedeutete Blattstellung als allgemeines Gesetz Geltung hat.

Die sich auf einer freien Fläche bildenden . . . . .

S. 703, Z. 12, n. A. Durch die vegetative Vermehrung wird eigentlich die Pflanze ewig, denn wir wissen nicht, wo das individuelle Leben der Pflanze aufhört, wenn sie sich aus Knollen, Zwiebeln, Rhizomen und Stecklingen erneuert. Durch Samen entstehen neue Individuen, durch die vegetative Erneuerung führt ein Individuum nach einer Ruheperiode sein Leben weiter. Die grosse Mehrzahl von Pflanzen hat die Fähigkeit, sich vegetativ zu vermehren, was nicht selten so weit geht, dass manche Arten die Geschlechtsfortpflanzung einbüssen. Es ist einstweilen festgestellt, dass die lediglich auf Samenerzeugung beschränkten Pflanzenarten verhältnismässig gering an Zahl sind. Hiedurch unterscheiden sich auch die Pflanzen wesentlich von den Tieren, welche (abgesehen von den Protisten) fast ausschliesslich auf die Embryonalfortpflanzung angewiesen sind. Das Tierreich ist folglich dadurch ausgezeichnet, dass die individuelle Sonderung mehr als im Pflanzenreiche in die Erscheinung tritt. Da fernerhin die höher organisierten Tierklassen bloss die Geschlechtsfortpflanzung aufweisen, so folgt hieraus die für die Evolution wichtige Erkenntnis, dass die erste Vervollkommnungsstufe im organischen Reiche auf der Erde in der Erlangung streng gesonderter, nacheinander folgender und geschlechtlich erzeugter individueller Existenzen besteht. Diese organische Individualität erreicht schliesslich ihre höchste Stufe in dem Zustande, wo sich in dem Individuum das geistige Selbstbewusstsein kundgibt.

S. 708, Z. 29. Diese Knospen sind etwa 2 *cm* gross, eiförmig, in zahlreiche, grüne, spiralig angeordnete, lederartige Schuppen eingehüllt und entwickeln sich dieselben an der Basis des Blütenstiels, in der Achsel einer transversalen, häutigen Schuppe, auf den Zweigen der grossen, rispigen Infloreszenz. Die Blüten gelangen alsdann sehr selten zur Fruchtreife.

Die Brutknospen zeigen häufig eine gleiche Vorrichtung zur Verstreuung oder zum Ausdauern und Schutz, wie die Samen und

Früchte. So sind beispielsweise die Brutknospen von *Gonatanthus sarmentosus* (Arac.) mit Pappushaaren versehen wie die Compositenfrüchte, die oben beschriebenen Knöllchen von *Remusatia vivipara* sind mit Kletten ausgestattet, andere entwickeln Speicher- oder Schutzschuppen.

Die Entwicklung der vegetativen Erneuerungsorgane wird nicht selten durch den der Pflanze ungünstigen Boden bewirkt. So habe ich wiederholt beobachtet, dass die Zwiebel- und Knollenpflanzen (Narcissus poeticus, verschiedene Allia, Muscari, Tulipa, Ornithogalum, Arum), wenn sie im Garten im mageren und durch den schwefelkieshaltigen Schiefer vergifteten Boden kultiviert wurden, schlecht gediehen, schwächlichen Wuchs zeigten, keine oder spärliche Blüten entwickelten, aber statt dessen eine Menge von Brutzwiebeln und Knollen hervorbrachten, so dass in 4 Jahren das ganze Beet von denselben erfüllt war. Dieselben Zwiebelarten, in nahrhaften Boden eingepflanzt, wuchsen zu stattlichen und regelmässig blühenden und fruchtenden Exemplaren in dem gleichen Garten heran. Die Ausbildung von Zwiebeln fand bei diesen Pflanzen nur in geringem Masse statt. Aus dieser Erscheinung ist wohl evident, dass die Pflanze die ungeschlechtliche Fortpflanzung zuhilfe nimmt, wenn die geschlechtliche Fortpflanzung gehemmt oder unmöglich wird.

E. Die Trichome.

S. 713, Z. 4, n. A. Die grobe Behaarung bei den Boraginaceen findet ihr Seitenstück auch bei den Gramineen, wo sie nicht selten die Form mächtiger, mit knollenartigen Basen aufsitzender Borsten erreichen und die Blätter, Blattscheiden oder die Ährchen bekleiden. Sie dürften als Schutzorgane gegen den Insektenfrass oder beziehungsweise als Mittel zur Verbreitung der Früchte aufgefasst werden (Anthesteria semibarbis Nees, Centrotheca lappacea L. u. a.). Die Gräser bilden aber ausserdem an ihren Organen alle Kategorien von feinen Haaren aus, lediglich die Schuppen- und Drüsenhaare sind hier so gut wie unbekannt.

S. 713, Z. 11, n. d. W. »Combretum«: Phebalium elaeagnoides, Durio zibethinus,

S. 713, Z. 13, n. A. Manche *Primulaceen* (Primula Auricula, P. farinosa u. a.) entwickeln an ihren Blättern zahlreiche niedrige Drüsenhaare, welche einen Stoff sezernieren, aus dem alsdann monoklinische Kristallkörper sich ausbilden, welche das Blatt wie ein weisser oder gelber Staub bedecken — also ganz so, wie wir es bei einigen Farnen (S. 194) gesehen haben.

S. 715, Z. 29, n. A. Grosse Nektariendrüsen wiederkehren auch an den Blättern der *Passifloraceen.*

S. 726, Z. 40, n. d. W. »cinnamomea L.,«: R. carolina L.

S. 730, Z. 30. Die Felsenpflanzen in der alpinen Region der hohen Berge in Südeuropa und in Kleinasien, sowie im Kaukasus und in Zentralasien sind fast durchweg von weissem Filze bekleidet (Leontopodium, Draba, Cerastium, Androsace u. a.). Diese Vorrichtung mag wohl teilweise die übermässige Ausdunstung verhindern, teilweise die grossen Temperaturdifferenzen während der Nacht und des Tages ausgleichen.

S. 730, Z. 44, n. A. Als Beispiel der mannigfaltigen Trichomentwicklung an einem und demselben Organe mögen uns die zwei abgebildeten Arten der Gattung *Calycadenia* (Compos.) dienlich sein (Fig. 62). Unterhalb des Involukrums sind zahlreiche, grüne Hüllblätter gestellt, welche neben der Assimilationsfunktion gleichzeitig die mechanische Einhüllung des Köpfchens versehen. An diesen Blättchen stehen nun riesige, gestielte Drüsen (bei *C. truncata* gibt es hier eine einzige, endständige Drüse), deren Stelle am Blättchenrande lange, steife Wimpern vertreten. Die Oberfläche derselben Blättchen bekleiden ausserdem dichte, feine Haare und höchst feine, sitzende Drüsen. Es drängt sich wohl die Frage auf, zu welchem Zwecke die 4 Haarbildungen auf einem und demselben Blättchen dienlich sein mögen.

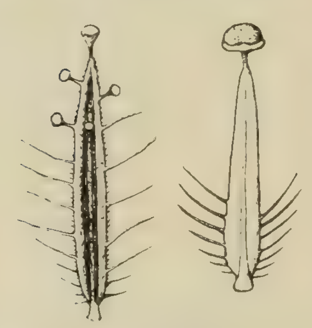


Fig. 62. **Calycadenia** sp. und **C. truncata** (rechts), Beispiele mächtig entwickelter Blattdrüsen. (Original.)

Die verschiedenartige Trichomausbildung hängt öfters mit der Saison zusammen, in welcher das betreffende Organ seinen Entwicklungsprozess durchmacht. So sind die überwinternden Blattrosetten mancher *Saxifraga*-Arten (*S. porophylla* Bert., *S. luteo-viridis* Sch. K.) ganz kahl, bloss an den Blatträndern mit Sekretionsorganen versehen, während der im Sommer aufspriessende Blütenstengel mit dichtem, farbigem Drüsenfilz bekleidet ist. Die sterilen Blattrosetten einiger *Scabiosa*-Arten pflegen hingegen filzig zu sein, während die Blütenstengel samt den Blättern kahl sind.

S. 731, Z 4, n. A. Die Wüstenpflanzen (Mesembryanthemum, Tetragonia, Atriplex, einige Resedaceen u. d.) haben ihre Blätter von sackartigen Trichomen dicht bedeckt, in denen Wasser aufgespeichert wird, um die Pflanze während der Reifezeit, als schon die regenlose Tage sich einstellen, mit Wasser zu versorgen.

III. Die Morphologie der Blüte der Phanerogamen.

III a. Die Blüte der Gymnospermen.

S. 733, Z. 4, die Worte »Karpelle« und »Fruchtblätter« sind nicht mit gesperrtem Druck anzuführen.

S. 746, Z. 26, n. A. In einer neu erschienenen Arbeit beschreibt Nathorst (1911) eingehend die liasischen *Williamsonien* Englands (Whitby, Cloughton Wyke) und gelangt zum Resultate, dass die letzteren zwar in jeder Beziehung den Cycadeoiden nahe kommen, indem sie verwachsenblättrige, an der Innenseite der Zipfel mit Eichen oder Synangien besetzte Rezeptakel trugen, aber durchwegs bloss eingeschlechtlich (möglicherweise auch zweihäusig) waren. Die Eichen bildeten keine zentrale Ähre, sondern sassen auf der flachen Innenseite der Zipfel zu 2 oder zu mehreren Paaren gegen die Basis hin hinabsteigend und allmählich verkümmernd. *Weltrichia mirabilis* A. Br. ist gleichermassen diesem Verwandtschaftszyklus anzuschliessen.

S. 746, Z. 40, n. A. Aus verschiedenen Mitteilungen Zeillers, Olivers, Scotts u. a. erhellt allmählich die Einsicht in eine neue Pflanzengruppe, welche die Mittelstelle zwischen den Farnen und Cycadeen noch anschaulicher darbietet als die Bennettitaceen. Es handelt sich hier vorzugsweise um die paläozoischen Gattungen *Odontopteris*, *Neuropteris*, *Alethopteris*, *Lyginopteris*, *Medullosa*, *Crossotheca*, *Sphenopteris*, deren Blätter in jeder Beziehung denjenigen der Farne gleichkommen und welche auch früher in der Literatur allgemein als Farne aufgezählt wurden, welche aber heterosporische Sporophylle aufweisen in der Weise, dass die männlichen Sporophylle die Sori wie die Farne entwickeln, die weiblichen Sporophylle aber die Eichen wie die Gymnospermen an Blattfiedern ausbilden. Die Anatomie der Stämme stimmt mehr mit den Cycadeen als mit den Farnen überein. Die eingehende Morphologie dieser Sexualorgane sowie der

vegetativen Teile dieser interessanten Fossilien sind derzeit noch nicht hinlänglich erforscht, so dass ihre systematische Stellung der Zukunft überlassen werden muss.

S. 747, Z. 29. Die oben erwähnten *Williamsonien* sprechen ebensogut für diese Ansicht.

S. 748, Z. 27, n. A. Als ein hoch interessanter und heutzutage hinreichend bekannter Gymnospermentypus mag hier auch das rhätische *Cycadocarpidium* (Podozamites p. p.) erwähnt werden. Verdienstvolle Berichte hierüber verdanken wir dem schwedischen Forscher Nathorst. Es ist eine Konifere, welche den Übergang zu den Cycadeen bildet. Sie besass lederartige, parallelnervige, längliche Blätter, etwa auf die Art der Gattung *Agathis*, welche an den Ästen spiralig angeordnet waren. Die Fruchtschuppen bildeten einen länglichen, ziemlich lockeren Zapfen, welcher wahrscheinlich von der Stammachse nicht scharf abgesondert war, sondern ihre allmähliche Fortsetzung darstellte. Sie waren von länglicher, flacher Form — also den vegetativen Blättern vollständig ähnlich — und trugen an der Basis beiderseits je einen breit-einseitig geflügelten Samen. Es wäre wünschenswert, noch die männlichen Blüten zu kennen, um die definitive Stellung dieser wunderbaren Konifere zu ergründen. So viel scheint immerhin sichergestellt, dass in den geologischen Perioden Gymnospermentypen zu erwarten sind, welche die Mittelstellung zwischen den Cycadeen und Koniferen einnehmen. Die Ureltern der lebenden Koniferengruppen mussten sich gewiss den Cycadeenformen annähern, indem sie sich aus denselben direkt entwickelten oder aus den gleichen Pteridophytenvorfahren ihren Ursprung genommen haben.

S. 762, Z. 6, n. A. In einer neulich erschienenen Arbeit aus dem botanischen Institute der Wiener Universität bemüht sich Fr. St. Herzfeld auf Grundlage anatomischer Untersuchungen nachzuweisen, dass die Fruchtschuppen von *Larix* bloss Kaulombeschaffenheit haben, wobei ausdrücklich hinzugefügt wird, dass die phylogenetischen Probleme in der Zukunft lediglich vermittels verbesserter Mikrotome zu lösen seien. Hiezu mag bemerkt sein, dass die anatomischen Verhältnisse der einzelnen Pflanzenorgane über ihre morphologische Deutung kein entscheidendes Wort haben können, und dass Van Tieghem und Čelakovský bekanntlich eben auf Grundlage anatomischer Schnitte durch die Fruchtschuppe der Abietineen das Gegenteil nachgewiesen haben. In der genannten Arbeit wird ausserdem den so wichtigen morphologischen Tatsachen kein Augenmerk geschenkt, obwohl dieselben für die Fruchtschuppenfrage bei den Koniferen am wichtigsten sind und von allen Autoren als solche bisher auch anerkannt wurden.

S. 771, Z. 7. Dass die rezenten Gnetaceen nur ein kärgliches Relikt einer in der Vorzeit reich gegliederten Gruppe vorstellen, ersehen wir aus den

paläozoischen Gattungen *Physostoma*, *Conostoma*, *Gnetopsis* und *Lagenostoma* (vergl. bei Oliver), welche ganz gewiss die alten Vorfahren der drei lebenden Gattungen darstellen.

S. 774, Z. 23. Dass in einigen Fällen das Ovulum als eine Umwandlung des ganzen Fruchtblatts anzusehen sei, lehrte schon im Jahre 1869 Cramer.

S. 775, Z 33, n. A. Ob die narbenartigen Bildungen am Ovulum von *Welwitschia* und *Gnetum* mit den pinselförmigen Auswüchsen auf dem Samen der paläozoischen Gattungen *Gnetopsis* und *Physostoma* homolog sind, müsste man noch besser ergründen.

IIIb. Die Blüte der Angiospermen.

A. Der Blütenstand (inflorescentia).

S. 787, Z. 9, n. d. W. »Schizopetalum,«: bei *Koniga arabica* Boiss., *K. lybica* Viv., *Sisymbrium supinum* L., *Eutrema hederaefolia* Fr. S.,

S. 787, Z. 13, n. A. Die Hochblätter und die Brakteen in der einfachen oder auch in der zusammengesetzten Traube versehen öfters die Funktion der Deckungsorgane und in diesem Falle sind sie allerdings vergrössert und zweckmässig ausgestaltet. Ein schönes Beispiel hiezu bietet uns die Leguminose *Phylacium bracteosum* Benn. (Philippin.), wo die einzelnen Blüten der Traube von einer gestielten, grossen Braktee dachig von oben gedeckt sind *Flemmingia strobilifera* R. Br. (Legum., Ostindien) hat dergleichen Trauben aus dachig zusammengelegten Blütenbrakteen ausgebildet. Eine sonderbare Vorrichtung in der Blütenähre hat indessen *Achyranthes indica* L. (Amarant.) behufs der Blütendeckung hergestellt. Die Blüten in der Ähre biegen sich auf einem kurzen Stiele derart herunter, dass sie sich der Ährenachse dicht anschmiegen. Von oben besorgen die Deckung zwei, mit mächtigen, krallenartigen Nerven versehene Vorblätter (α, β), welche ein wenig aus der Transversale nach oben gerückt sind. Die Stützbraktee bildet die Unterlage der Blüte

Bei den Gramineen spielen die Hochblätter ebenfalls eine wichtige Rolle, indem die Blattscheiden sich sackartig erweitern (bei gleichzeitiger Reduktion der Spreite) und die einzelnen Ährchen oder ganze Infloreszenzen verhüllen Als Beispiele mögen *Andropogon laniger* Dsf. und *Lygeum Spartum* L. angeführt werden Die gleiche Erscheinung findet bei zahlreichen *Restionaceen* statt (Elegia propinqua Nees u. a.). Die Spatha der Palmen zählt ebenfalls hieher.

S. 788, Z. 27, n. A. Wenn nunmehr in einer gepaarten Traube nur in einer Blattachsel die Blüte zur Entwicklung gelangt, wie dies beispielsweise

bei der grazilen, einjährigen Scrophulariacee *Ilysanthes Curtisii* Britt. (Ind. occid.) der Fall ist, so erhalten wir eine Infloreszenz, welche von der schraubel- oder wickelartigen Infloreszenz des *Hypericum japonicum* Thnb. oder der *Silene dichotoma* Ehr. (vergl. unten) durch das Äussere gar nicht abweicht, obwohl die eben erwähnten Beispiele dem cymösen oder sympodialen Grundtypus angehören. Dort ist die Blüte lateral, hier terminal, die Orientation der Brakteen in beiden Fällen aber identisch. Es gibt hier kein morphologisches Merkmal, welches für diesen oder jenen Typus zu zeugen vermöchte, infolgedessen bleibt uns lediglich die Vergleichung mit den verwandten Arten zum Verständnisse der diesbezüglichen Infloreszenz übrig. In der Gattung *Silene* und *Hypericum* sind ja allgemein dichasiale Infloreszenzen verbreitet, während die Scrophulariaceen-Gattungen aus der Verwandtschaft der Gattung *Ilysanthes* sämtlich racemöse Infloreszenzen, und zwar gepaarte Trauben, aufweisen. In der Gattung *Silene* begegnet man allerdings Arten, welche rein racemöse, gepaarte Trauben tragen (*S. Frivaldskyana* Hpe), andere aber wickelartige Infloreszenzen (*S. dichotoma* Ehr.) besitzen. Die gepaarten Trauben kommen hier in der Weise zustande, dass die seitenständigen, racemös angeordneten Dichasien (wie z. B. bei *S. chlorantha* Ehr.) die zwei seitenständigen Blüten verlieren. Die scheinbare Traube der *S. dichotoma* Ehr. ist immerhin als Wickel aufzufassen, weil die ersten Stufen des Blütenstands Dichasien vorstellen, aus welchen die langen Blütenstandsäste als Wickeln sich ausgestalten (Fig. 64).

S. 790, Z. 4. Auf dieselbe Weise, wie bei *Malcolmia africana*, ist die Infloreszenz des *Alyssum dasycarpum* Steph. entwickelt.

S. 791, Z. 3, n. A. Der Blütenstand von *Freesea* (Iridac.) stellt sich als eine einfache Traube heraus, mit einer, zuletzt aufblühenden Terminalblüte, obwohl sie den Habitus einer Wickel erlangt in der Weise, dass die erste und älteste Blüte an der Traubenbasis sich senkrecht stellt und die nachfolgenden ebenfalls durch Torsion eine aufrechte Stellung annehmen.

S. 791, Z. 9, n. d. W. »stricta,«: *Festuca pectinella* Del.

S. 791, Z. 22, n. A. Die Dorsiventralität der Gramineeninfloreszenzen geht dann und wann so weit, dass die verflachten Äste den Ähren als Deckorgane dienlich sind. So verändert sich beispielsweise die Rispe von *Paspalum scrobiculatum* L. in eine zusammengesetzte Ähre, in welcher die seitenständigen Ähren zweizeilig angeordnete, oben von der grünen, bandförmig verflachten Achse gedeckte Ährchen tragen. Diese dorsiventralen, flachen Ährenachsen sind mit der oberen, nackten Seite der Rispenachse zugekehrt, zuletzt aber fast wagrecht abgeneigt. Bei *Dactyloctenium aegyptiacum* W. (sowie bei Eleusine)

erreicht diese Dorsiventralität ein so weit gehendes Extremstadium, dass die Ährenachse ein verflachtes, breites und bloss in einer Mittellinie dicht gestellte Ährchen tragendes Band vorstellt.

S. 795, Z. 35, n. d. W. »spicata,«: *Campanula rapunculoides*, *Maesa alnifolia*, *Asparagus Sprengeri*, *Nepenthes*, *Triglochin palustre*, *Agrimonia Eupatoria*.

S. 795, Z. 38, n. d. W. »revolutum,«: *Nyssa multiflora*, *Prunus Padus*.

S. 795, Z. 41, n. A. Die Terminalblüte behauptet sich als die erste und wichtigste Beendigung der Hauptachse, während die Seitenblüten als untergeordnete Organe in die Erscheinung treten. Dies bezeugen jene Fälle, wo die Seitenblüten eine Unterdrückung erfahren. *Berberis buxifolia*, *B. Thunbergi* z. B. tragen bloss eine, langgestielte, die seitenständige Blattrosette abschliessende Blüte, welche der Terminalblüte der *B. vulgaris* entspricht. Sie besitzt auch an dem Stiele 1—2 kleine Brakteen, in deren Achseln die seitenständigen Blüten verkümmert sind.

S. 796, Z. 11, n. A. Die eigentümliche Aufblühfolge der Gattung *Liatris* findet ihre Erklärung in zahlreichen anderen Compositen (Sonchus u. s. w.), welche verzweigte Rispen mit einem Terminalköpfchen entwickeln. Als ein sehr anschauliches Beispiel dürfte hier das *Cirsium palustre* angeführt werden. Das Terminalköpfchen gelangt da regelmässig als erstes zum Aufblühen, ihm folgen in absteigender Reihenfolge die Terminalköpfchen der Seitenäste. Stellt man sich nun vor, dass die Seitenköpfchen an den Seitenzweigen abortieren und die Terminalköpfchen der Seitenzweige fast sitzend erscheinen, so erhalten wir die Infloreszenz von *Liatris*.

Hieran schliesst sich auch die gemeine *Campanula glomerata* mit ihrer Aufblühfolge an. Die Blüten bilden hier bekanntlich mehrere seitenständige und einen terminalen Büschel, welcher zuerst und nach ihm in absteigender Folge die seitenständigen aufblühen. Dieses Aufblühen nimmt eine geraume Zeit in Anspruch, dermassen, dass in dem untersten Blütenbüschel das Aufblühen erst dann eintritt, wenn der terminale Blütenbüschel bereits längst verblüht dasteht.

S. 796, Z. 36. Die lange Ähre des *Secale cereale* beginnt in der Regel in der Mittelpartie zu blühen und setzt das Aufblühen gegen die Spitze und die Basis hin fort.

S. 796, Z. 40. Als Beispiel kann die aus einfachen Seitentrauben zusammengesetzte Infloreszenz des *Veratrum nigrum* dienen.

S. 797, Z. 21, n. d. W. »führen«: *Macleya cordata*, *Aglaia odorata*.

S. 799, Z. 9. Es wurden auch schon Fälle gefunden (M. Geremicca 1907), wo sich die weibliche Ähre in einzelne Zweige mit auf der Aussenseite sitzenden Blüten und dann Karyopsen auflöst.

S. 804, Z. 8, n. d. W. »Lepturus,«: *Tripsacum*,

S. 806, Z. 17. Bei einigen exotischen Ficus-Arten sitzen die Schüppchen nicht nur an der Mündung, sondern auch zerstreut an der Oberfläche des Receptaculums.

S. 807, Z. 35, n. d. W. »(Echinophora): oder die Endblüte fruchtbar und die übrigen steril (Chaerophyllum aromaticum).

S. 808, Z. 2. Die riesigen Umbelliferen *Dorema Ammoniacum* Don., *D. aureum* Stock. besitzen eine mächtige Infloreszenz, deren Äste racemös angeordnete, brakteenlose, einfache Dolden tragen.

S. 808, Z 35. Derartige Infloreszenzen kommen auch bei *Homalosciadium verticillatum*, *Helosciadium nodiflorum*, *Bupleurum nodiflorum* u. a. vor.

S. 808, Z. 42. Eine derartige Infloreszenz ist bei der Gattung *Schefflera* (Aral.) ausgebildet.

S. 809, Z. 40 (nach den Worten »aufgeklärt ist«). Es lässt sich immerhin vermuten, dass dergleichen Köpfchen aus zusammengezogenen, vielverzweigten Dichasien zustande gekommen sind. Bei den *Uncaria Hookeri* Vid., *Pavetta Cooperi* Harv., *P. Cornelia* Rchb. ist nämlich noch zu sehen, wie das dichte Köpfchen aus kurz gestielten, dichasischen Blütenbüscheln besteht. Hieher dürfte wohl auch die *Adina lasiantha* K. Sch. (Cap.) gehören.

S. 810, Z. 29. Die japanische *Ainsliaea uniflora* Sch. B. entwickelt in dem mehrschuppigen Involucrum nur eine einzige, röhrenförmige (ob echt terminale?) Blüte; diese einblütigen Köpfchen bilden aber eine verzweigte, rispige Infloreszenz, etwa auf die Art, wie bei Prenanthes purpurea.

Die Anzahl der randständigen Strahlblüten in den Köpfchen der Compositen ist sehr mannigfaltig, sie richtet sich immerhin nach der Zahl der letzten, cyklisch angeordneten Involucralblättchen. Häufig beläuft sich dieselbe auf 5, was zum Teil in der Divergenz $^2/_5$ der Involucralblättchen, zum Teil in dem Blütenplane der Compositen, welcher fast ausnahmslos 5zählig ist, seine Erklärung findet.

S. 815, Z. 19. Aus kleinen Köpfchen zusammengesetzte Köpfe zweiten Grades haben auch die kapländischen Compositen *Helichrysum imbricatum* DC. (H. subglomeratum) und *Stoebe bruniades* Rchb. Die Tendenz der Compositen, zusammengesetzte Köpfe aus welchen immer Elementen herzustellen, tritt auffallender Weise auch bei der einjährigen, in den Sandwüsten Arabiens und Ägyptens heimischen, monotypischen Krautpflanze *Gymnarrhena micrantha* Dsf. zu Tage. Die Köpfchen sind hier aus zahlreichen, grossen, scheidigen, stachelspitzigen Spelzen zusammengesetzt, welche aussen die weiblichen Blüten umhüllen, während ein Involucrum nicht vorhanden ist. Die Mitte des Köpfchens okkupiert eine Gruppe von männlichen Blüten. Zahlreiche, derartige Köpfchen sind dicht aneinander gedrängt und den kurzen, dicken Ästen dicht aufsitzend, so dass das Ganze eine

kompakte, aussen von krautigen und den Ästen hoch angewachsenen Stützblättern umgebene, bis 5 *cm* breite Blütenscheibe vorstellt. Die dicken Äste sind schliesslich verflacht und dermassen verschmolzen, dass sie den Blütenboden zweiten Grades darstellen, was vornehmlich nach dem Abfall der reifen Köpfchen ersichtlich wird. Die *Gymnarrhena* erzeugt demzufolge aus sämtlichen Köpfchen und sämtlichen Pflanzenteilen einen einzigen, zusammengesetzten Blütenkopf.

S. 817, Z. 27. Als schönes Beispiel möge die reichblütige Infloreszenz der *Spiraea Ulmaria* L. angeführt werden. Hier entspringen unterhalb der terminalen, mehrarmigen Cyme weitere, lange Blütenstandäste, welche die Zentralcyme hoch übergipfeln und sich wiederholt in der gleichen Weise verzweigen. Die Stützbrakteen sind vollkommen unterdrückt und die Seitenäste der Mutterachse ziemlich hoch angewachsen.

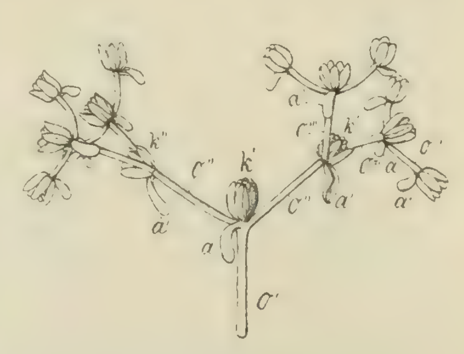


Fig. 63. **Galenia africana L. Infloreszenz, teilweise schematisiert. Das Stützblatt (*a*) gehört zur Achse (*o*), die Stützblätter (*a'*) zur Achse (*o'*); die Blüte (*k'*) schliesst die Achse (*o'*) ab, u. s. w. (Original.)**

S. 820, Z. 4 Vergleiche hiezu auch die Arbeit von D a m m e r.

S. 820, Z. 6. *Anemone multifida* Poir. und *A. virginiana* L. besitzen gleichermassen Trichasien.

S. 821, Z. 17. Auf diese Weise erlangen die Blütenstände mancher Labiaten die Form verlängerter, gepaarter, brakteentragender, mehrblütiger Trauben (Dracocephalum virginianum, D. denticulatum, Teucrium betonicum, Salvia lanceolata).

S. 821, Z. 22. Die sibirische *Amethystea coerulea* L. hat ihre Scheinwirtel zu langgestielten, verlängerten, mehrblütigen Doppelwickeln umgestaltet.

S. 821, Z. 38. Die meisten Arten der Gattung *Monarda* bilden gleichermassen endständige, kompakte, aus unzähligen Blüten zusammengesetzte, unten von zwei Hochblättern und einem Involucrum gestützte Köpfchen, aus welchen inmitten noch der verkümmerte Stengelscheitel emporragt. Es ist indessen merkwürdig, dass dieses Köpfchen basipetal aufblüht.

S. 822, Z. 5, n. A. Eine erstaunliche Modifikation zeigt ferner das Dichasium der kapländischen *Galenia africana* L. (Aizoac. — Fig. 63). Dem Äusseren nach zu schliessen, scheint hier alles in Ordnung zu sein. Beide Gabeläste sind gleich lang und mit einer Blüte abgeschlossen und jede Gabelung stellt sich richtig senkrecht zur vorhergehenden. Unter den Gabelästen sind jedoch keine Stützblätter vorhanden, statt

dessen aber steht zwischen den Gabelästen unterhalb der Blüte ein einziges Blatt! Dieser Sachverhalt ist gewiss kaum verständlich, man gelangt gleichwohl ins Klare, wenn man annimmt, dass die Stützblätter (*a'*) auf ihrem Gabelast (*o"*) hoch bis zur Blüte (*k"*) verschoben sind, ursprünglich aber die Stelle unter den Gabelästen (*o"*) einnehmen sollten. Es handelt sich hier also um einen interessanten Fall der Hochblattverschiebung, von welcher noch später die Rede sein wird.

S. 822, Z. 10, n. d. W. »Gattung«: *Valerianella* und

S. 825, Z. 24. Die gleichen Verhältnisse walten auch in der Infloreszenz der *Silene dichotoma* Ehr. (Fig. 64) vor. Hier beginnt die Infloreszenz mit einer normalen Dichotomie und übergeht allmählich in eine zweiarmige Wickel in der Weise, dass anfänglich der eine Seitenast (*m*) im Wachstum zurückbleibt und in dem sympodialen Blütenast die eine Blüte von dem Blütenpaare abwechselnd verkümmert. Die abgebildete Infloreszenz dient uns sonach als Beispiel, wie sich eine Wickel aus dem Dichasium entwickelt.

S. 827, Z. 43, n. A. Einen höchst lehrreichen Beleg für die Anwachsung der Tochterstiele an die Mutterachse hat man an dem gemeinen, weissen *Lilium candidum* (Fig. 65), welches regelmässig 3—6traubig angeordnete, gestielte Seitenblüten und 1—3 am Stengelscheitel genäherte Blüten trägt. Auf den ersten Blick muss es auffallend sein, wenn wir die Blütenstiele von einem nicht in die Mediane, sondern seitlich in die Transversale gestellten Blatt (α) gestützt erblicken. Diese Blütenstiele laufen aber deutlich herab bis zur Blattachsel (*f*, *g*, *h*, *i*), wo sie ursprünglich entspringen, aber der Stengelbasis bis zur Braktee (α) anwachsen. Dies bezeugen auch die Scheitelblüten (5, 6), welche direkt aus den Blattachseln (*k*, *l*) hervortreten und am Grunde transversale Brakteen (α) tragen. Demzufolge erweist sich das Blatt (α) unter den Blüten (1—4) als die transversale Braktee (Vorblatt), welche aus der Blattachsel am Blütenstiele hoch hinaufgerückt war. Es liegt hier also nicht nur die Anwachsung der Tochterstiele, sondern auch die Blattverschiebung vor. Dass die Transversalbrakteen normalerweise der Blütenstielbasis zugezogen werden sollen, geht auch aus den verwandten Liliaceen-Gattungen hervor. Das schöne *Rhinopetalum Karelini* Fisch. (Fl.



Fig. 64. Silene dichotoma. Die Infloreszenz, schematisch dargestellt. (Origin.)

Ross. 490) trägt beispielsweise unter jeder Blüte in der Traube zwei, fast gleiche Stützblätter, deren eines das Stützblatt, das andere die



Fig. 65. Lilium candidum L. Die Infloreszenz, treu durchgeführt; die Buchstaben und die Zahlen liefern die Erklärung. Verkl. (Original.)

Transversalbraktee darstellt. Dergleichen Verhältnisse ergeben sich auch bei einigen *Fritillarien*.

Als überzeugendes Gegenstück zur Infloreszenz der Boraginaceen mag hier fernerhin die Infloreszenz der *Loasaceen* erläutert werden (Fig. 66). Die Anwachsung und Verschiebung an den sympodialen Blütenstandachsen findet hier in derselben Weise statt, die Orientation der zugehörigen Teile erhellt aber noch besser als bei den Boraginaceenwickeln. Die Abbildung (*A*) stellt die Infloreszenz der *Loasa papaverifolia* dar. Die vorliegende Wickel zeigt zwar in der oberen Partie auf einer Seite Blüten, auf der anderen Seite die Brakteen (*b*, *c*, *d* . .), aber gegen die Blüte (*o''*) vermisst man jedwede Braktee, obwohl sich gegen die Blüte (*o'*) wiederum das Hochblatt (*a*) stellt. Auf welche Art und Weise werden nun die Ontogenetiker den vorliegenden Blütenstand erklären? Wenn es ein dorsiventrales Monopodium wäre, was für eine Erklärung werden sie für das Verschwinden des Blatts bei der Blüte (*o''*) suchen? Es kommt noch der sonderbare Umstand hinzu, dass das Blatt (*a*) der Blüte (*o'*) vollkommen gegenständig ist (also den Winkel 180^0 bildet), während die Blätter (*b*, *c*, *d*) mit ihren gegenliegenden Blüten (*o'''*, *o''''*, *o'''''*) den Winkel 90^0 einschliessen.

Wenn wir jedoch die sympodiale Verkettung, die Anwachsung und Verschiebung zu Hilfe nehmen, so kommen wir gleich ins Klare. Die Achse (*o'*) schliesst nämlich mit der Blüte (*o'*) ab und trägt ein Blatt (*a*), aus dessen Achsel die mit der Blüte (*o''*) abschliessende Tochterachse (*o''*) hervorgeht und ein Blatt (*b*) trägt. Dieses Blatt (*b*) ist indessen auf die aus seiner Achsel entspringende Tochterachse (*o'''*) hoch hinaufgeschoben, sollte aber ursprünglich der Blüte (*o''*) gegenüber stehen. Die Achse (*o'''*) schliesst mit der Blüte (*o'''*) ab. Aus der Blattachsel (*c*) entspringt ferner die Tochterachse und die Blüte (*o''''*) u. s. w. Es gehört demnach das Blatt (*c*) zur Blüte (*o'''*), das Blatt (*d*) zur Blüte (*o''''*) u. s. w., ist aber fortan um ein Glied hinaufgerückt. Weil nun das Blatt (*b*) an seiner Achse (*o''*) in die Transversale fallen muss, so muss es notwendigerweise mit der Blüte (*o''*), sowie mit der Blüte (*o'''*) den rechten Winkel zusammenschliessen.

Wenn wir die Abbildung (*B*) ins Augenmerk fassen, so wird sich die einfache Erklärung in der Weise ergeben, dass ein Monopodium vorhanden ist, welches decussierte Blattpaare und achselständige Blüten trägt. Dieser Blütenstand erweist sich immerhin als ein Sympodium, dessen einzelne Glieder mit einer Blüte enden und ein Blattpaar tragen. Dies wird zum Teil dadurch bestätigt, dass sämtliche Loasaceen eine sympodiale Achsenverkettung aufweisen, zum Teil durch die verwandte *Cajophora lateritia*, wo tatsächlich

einmal der Stengel mit einer Terminalblüte abschliesst und beiderseits zwei gegenständige Tochtersprosse trägt, ein andersmal aber



Fig. 66. *A*) Loasa papaverifolia H. B. *B*) Blumenbachia Hieronymi Urb. Die sympodiale Infloreszenz und Sprossverkettung. (Original.)

der eine Tochterspross so kräftig emporwächst, dass die Terminalblüte seitlich und achselständig erscheint.

Beide bereits angeführten Fälle erweisen am besten, dass einzig und allein die vergleichende Methode bei der morphologischen Abschätzung der Organe massgebend sein kann. Die ontogenetische Untersuchung oder die Beschreibung der Organe, wie sie sich präsentieren, ist eine unwissenschaftliche, sinnlose Methode, welche bloss zu Konfusionen führen muss und die wissenschaftliche Entwicklung der Botanik unmöglich macht.

Die sympodiale Verkettung der beschriebenen *Blumenbachia* äussert sich im wesentlichen auch bei der Gattung *Vinca*.

Die Verschiebung und spurlose Abortierung der Hochblätter bei den Boraginaceeninfloreszenzen wird auch durch den Blütenstand der verwandten *Ehretia tinifolia* klargelegt, denn hier sitzen frei unter den unteren Blütenästen Stützblätter, während sie sich bei den oberen Ästen hoch auf die Äste hinauf verschieben und bei den obersten schliesslich spurlos verschwinden.

Eine komplizierte, reichlich verzweigte Infloreszenz, wo ebenfalls die Anwachsung, die Verschiebung, die Abortierung und die sympodiale Verkettung gleichzeitig auftreten, besitzt die *Collomia gilioides* Bth. (Polemon.).

S. 828, Z. 28, n. d. W. »Urb.,«: *Guettarda frangulacea* Rchb.

S. 828, Z. 28, n. A. Der Blütenstand der Gattung *Hemerocallis* ahmt die Doppelwickel nach, obgleich dieser Blütenstand von anderer Herkunft ist. Von den zwei scheinbaren Wickelarmen erweist sich der eine als Tochterzweig des anderen, wobei das Stützblatt am Tochterzweige hoch hinaufgerückt erscheint. Demzufolge handelt es sich hier lediglich um den racemösen Charakter, womit auch das Fehlen der Terminalblüte zwischen den beiden Armen im Einklange steht.

S. 829, Z. 24, n. d. W. »Scabiosa«: und bei der *Zollikoferia arborescens* Batt. vor. Das vielfach gabelig verzweigte *Poterium spinosum* L. zählt auch hieher.

S. 832, Z. 29. Eine gleiche Zusammensetzung der Infloreszenz weist ebenfalls die Gattung *Dichorisandra* (Commelin.) auf. Die überaus dichtblütige Ähre von *Pontederia montevidensis*, welche in den botanischen Gärten verbreitet ist, stellt desgleichen eine verlängerte Hauptachse dar, welcher einzelne 5—8zählige Blütengruppen aufsitzen, die eine Anordnung der Doppelwickel offenbaren.

S. 832, Z. 41. *Vangueria verrucosa* Sieb. (Rubiac.) ist nach demselben Schema ausgestaltet.

S. 833, Z. 43. *Menispermum canadense* L. besitzt eine reichblütige, zusammengesetzte Traube, welche mit serialen Trauben und Blüten kombiniert ist.

S. 834, Z. 20, n. A. An die Infloreszenz des bereits beschriebenen *Convolvulus* schliesst sich im wesentlichen auch die Infloreszenz der Gattung

Cuscuta an, welche bei der gemeinen *C. Epithymum* L. u. v. einen mehrblütigen, kugeligen Knäuel vorstellt, dessen Blüten (bis 15) dem Anscheine nach keine Ordnung einhalten und dementsprechend auch von den Autoren verschiedentlich beschrieben und aufgefasst wurden. Wie bereits Mohl (Bot. Ztg. 1844) und Wydler (Flora 1857) erläutert haben, sind es durchweg Serialblüten, welche aus den Vorblattachseln weitere Blüten hervorgehen lassen — also eigentlich seriale Dichasien in absteigender Reihenfolge. Wenn nun die Vorblätter zur Gänze abortieren, so erscheint die Serialordnung verworren, zumal, wenn die Serialblüten zweireihig auseinandertreten, infolge dessen sämtliche Blüten eine unregelmässige Gruppe vorstellen, was beispielsweise bei der *C. Epithymum* der Fall ist. Bei *C. lupuliformis* Krock. (C. monogyna Aut.) bilden die 3—5 Blüten eine einfache, absteigende Serialreihe in der Brakteenachsel. Der Blütenstand der *C. Epithymum* fängt regelmässig mit einem vegetativen Spross an.

S. 834, Z. 34, n. A. Eine interessante Kombination tritt desgleichen bei der Crucifere *Cakile arabica* Vel. Born. (Fig. 67) auf. Die Hauptachse (*o*) schliesst mit einer verlängerten, hin- und hergebrochenen Traube ab. Aus der Blattachsel (*b*) tritt eine andere Traube als Tochterachse (*o'*) hervor. Ihr folgt aber noch eine Serialtraube in absteigender Folge (*o''*). Es kommt noch hinzu, dass die unterste Blüte (1) der Traube (*o'*) infolge der Verkürzung der unteren Traubenachsenpartie in die Blattachsel selbst gerät und ganz in derselben

Fig. 67. **Cakile arabica** Born. Vel. Zusammengesetzte Infloreszenz; *a*, *b*) Stützblätter, *o*) Hauptachse, *o'*) Tochtertraube, *o''*) Serialtraube. (Orig.)

Weise die zwei untersten Blüten (1′, 2′) der Serialtraube, was das sonderbare Bild von 5 Bestandteilen in einer Blattachsel zur Folge hat. Auf S. 689 wurde schon erwähnt, dass das *Sisymbrium polyceratium* und der *Raphanus* die Inklination zur Erzeugung von Serialsprossen kundgibt. Hier bei *Cakile* hat dieses Element zur Zusammensetzung der ganzen Infloreszenz beigetragen.

Die Myrtacee *Decaspermum paniculatum* Kurz. (Philippin.) hat ihre Infloreszenz aus einer zentralen, 5blütigen, gepaarten Traube (mit einer Terminalblüte) und 3 gestielten, absteigenden, serialen Dichasien in den gegenständigen Blattachseln ausgebildet.

S. 837, Z. 3, n. d. W. »Harms.,« : *H. tigrinus* Jacq. (Amaryl.), *Actinotus leucocephalus* Bth., *A. Helianthi* Lab. (Umbellif.) u. a.

B. Das Blütendiagramm.

S. 846, Z. 16. Ähnlich verhalten sich die Arten *Ranunculus sessiliflorus* und *R. flagelliformis*, wo, abgesehen von den zahlreichen Karpellen auf dem Blütenboden, alle übrigen Blütenteile mit Einschluss der Stamina fünfzählige Kreise bilden.

S. 846, Z. 23. Vergleiche hiezu die interessante Abhandlung Trapls, in welcher die Variationen des Blütenplans der Ranunculaceen eingehend zusammengestellt sind. Diese Variationen kommen nicht nur bei verschiedenen Gattungen und Arten, sondern auch bei derselben Art zum Vorschein. Mit Nachdruck betont auch der genannte Autor dergleichen Fälle, wo die Zahl im Perigonkreis steigt, aber nicht auf Unkosten des Staminalkreises, welcher sich gleichzeitig vermehrt. Beachtenswert sind ferner Beispiele, wo die Blütenhülle in das Involukrum oder in Stengelblätter allmählich übergeht und somit die Tendenz zur ursprünglichen Acyklie offenbart.

S. 846, Z. 37, n. A. Dass die ursprüngliche Zusammensetzung einer Blüte eine acyklische und polymerische war, folgt aber nicht nur aus dem angeführten Beispiele bei den Ranunculaceen, sondern auch aus den abnormalen Fällen, wo die cyklische Blüte vergrünt oder durch die Gartenkultur alle Bestandteile in grosser Anzahl entwickelt (gefüllte Blüten). In einem solchen Zustande trägt beispielsweise *Lilium*, *Hemerocallis*, *Hyacinthus* auf dem verlängerten Blütenboden eine grosse Anzahl von Perigonblättern, Staubblättern und Karpellen in spiraliger Anordnung.

S. 848, Z. 4. In manchen Familien treten verwandte Gattungen bald mit einem, bald mit zwei Staminalkreisen auf. So sind die Gattungen *Sedum* und *Sempervivum* in der Familie der Crassulaceen zweikreisig, die Gattungen *Crassula* und *Rochea* hingegen einkreisig. Ein abor-

tierter Staminalkreis dürfte hier nicht vorausgesetzt werden, weil alle Blütenkreise ordentlich alternieren.

S. 851, Z. 7, n. A. Eine wichtige Rolle scheint die Fruchtknotenadaptation in den Blüten der *Sapindaceen* zu spielen, wo sie allgemein von den Autoren durch die Abortation einzelner Staubblätter erklärt wurde. Bei *Xanthoceras sorbifolium* Bge sind allenthalben in der Blüte 8 Stamina vorhanden, welche zwar einen Kreis bilden, aber zwei Kreisen (5 + 3) entsprechen. Aus der Beobachtung der Entfaltung und Stellung der Stamina in der Blüte ergibt sich, dass 3 derselben stets mit den Karpellen alternieren und zuerst reifen. Sie gehören demnach dem inneren Kreise an, welcher sich nach dem dreikarpelligen Fruchktknoten richtet. Eine Unterdrückung von 2 Stamina ist hier unzulässig, da die Blüte regelmässig ist. Dergleichen Verhältnisse weisen auch die Gattungen *Aesculus* und *Pavia* auf, wo aber nicht immer 8 Stamina, sondern zuweilen auch 7 vorhanden sind, wobei ein Staubblatt auf die Unterdrückung infolge der Zygomorphie zu stellen ist.

Auch die abnormalen Zustände in den Blüten bestätigen nicht selten die Gesetze der Fruchtknotenadaptation. Die Blüte der gemeinen *Fuchsia coccinea* ist bekanntlich vierzählig und aus zwei Staminalkreisen zusammengesetzt. Nun geschieht es hin und wieder, dass sich ein Sepalum dedoubliert, was sofort eine alternierende fünfzählige Corolle und einen fünfzähligen episepalen Staminalkreis zur Folge hat, während der epipetale Staminalkreis ebenso wie der Fruchtknoten vierzählig bleibt.

S. 851, Z. 26. In den sonst normal entwickelten Blüten der Cruciferen *Laelia orientalis* und *Barbarea vulgaris* habe ich an einigen Individuen einen dreizähligen Kelch- und Petalenkreis angetroffen, wobei gleichzeitig die Stamina in gewohnter Anzahl (4 + 2) unter dem dimerischen Fruchtknoten ihre Stelle okkupierten. Meschajeff fand etwas ähnliches bei *Arabis albida*, wo ebenfalls Kelch und Corolle dreizählig, beide Staminalkreise und Fruchtknoten zweizählig entwickelt waren.

S. 852, Z. 7, n. A. Dass die gesetzmässige Alternierung lediglich durch die Annäherung der Blütenphyllome bewirkt wird, erhellt aus der interessanten Zusammensetzung des Involukrums bei manchen *Compositen*. Man findet hier nämlich nicht selten das Involukrum aus 2—3 durch Form und Grösse differenzierten Blättchen gebildet (*Bidens*), welche untereinander regelmässig alternieren und gleichzeitig in gleicher Anzahl vorhanden sind.

S. 853, Z. 6, n. A. Noch interessanter sind diese Verhältnisse bei den Blüten der Gattung *Bruguiera* (Fig. 16, 17, Taf. I). Die Blüte ist hier 10zählig, Stamina gibt es 20, welche scheinbar einen Kreis bilden

wiewohl die eine Hälfte hinter den Petalen, die andere Hälfte hinter den Sepalen gestellt sind. Die Petala sind aber steif, lederartig, ringsum lang-wimperig, tief geschlitzt, im Winkel mit einer Borste versehen, am Grunde mit eingerollten Rändern. Vermittels dieser Ränder umfassen sie nun nicht nur ihr epipetales Staubblatt, sondern auch das episepale Nachbarstaubblatt, welches sich zu diesem Zwecke hineinbiegen muss, was zur Folge hat, dass die zwei, aus dem Petalum hinausragenden Antheren ungleich lang erscheinen. Wollte man von der Intelligenz der Pflanzen sprechen, so bietet sich hier die beste Gelegenheit dazu.

S. 854, Z. 1. In der Blüte des *Chrysosplenium alternifolium* abortiert zuweilen der zweite Staminalkreis, demzufolge nur 2 Stamina übrig bleiben, der Fruchtknoten verbleibt immerhin in seiner Lage und Form unverändert. In den Blüten des *Rhamnus cathartica* findet man bald einen tetrameren, bald einen trimeren Fruchtknoten, obwohl die übrigen Blütenteile konstant tetramer verbleiben. In den Blüten der Gattung *Papaver* dedoublieren sich die Stamina bis zu grossen Zahlen, immerhin aber richtet sich ihre Anordnung nach dem dicyklischen und dimerischen Plane, während der Fruchtknoten eine beliebige Zahl in den Karpellen offenbart und nur sehr selten die Dimerie erzeugt. Noch auffallender tritt diese Beharrlichkeit bei *Roemeria hybrida* zum Vorschein (Murbeck).

S. 854, Z. 4, n. A. Auch Günthart hat die Beobachtung gemacht, dass der Fruchtknoten der Cruciferen einerseits und die Sepala anderseits zwei feste Pole bilden, nach denen sich die Entwicklung der übrigen Blütenteile richtet.

S. 854, Z. 43, n. d. W. »Staubblätter«: (Indokingia crassa Hemsl. u. a.).

S. 857, Z. 30. Zu Gunsten dieser Darlegung spricht ebenfalls der interessante Fall bei *Diospyros Lotus* L., wo die männlichen Blüten nach der Zahl 4, die zwitterigen aber nach der Zahl 3 aufgebaut sind.

S. 858, Z. 12, n. d. W. »pulchellum),«: oder ist die Endblüte siebenzählig und die übrigen sechszählig (S. reflexum).

S. 858, Z. 18. *Chelidonium majus* zeigt zuweilen die endständige Blüte pentamer, die übrigen in der Dolde aber tetramer aufgebaut. Die reichblütige Infloreszenz der *Saxifraga Cotyledon* entwickelt zuerst die den Stengel abschliessende Terminalblüte, welche häufig 6—8zählig erscheint, während die übrigen 5zählig sind.

S. 858, Z. 20. *Rondeletia erythroneura* Karst. (Rubiac.) hat eine reichblütige, rispenartige Infloreszenz, mit cymösen Ästen, deren Terminalblüten durchweg 6zählig, die übrigen aber 5zählig aufgebaut sind. Die dichtblütige Ähre des *Phyteuma spicatum* ist mit einer Terminalblüte abgeschlossen, welche durchweg pleiomerisch aufgebaut ist.

S. 858, Z 30. Die gleichen Verhältnisse walten auch bei der Gattung *Sempervivum* vor. Hier schliesst der Stengel mit einer zusammengesetzten Infloreszenz ab, welche aus einer Terminalblüte und 3 langen Doppelwickeln besteht. Die erwähnte Terminalblüte zeigt nun in ihrem Plane die Zahl 16, die erste Wickelblüte die Zahl 14, die mittleren Wickelblüten die Zahl 12, die letzten die Zahl 11.

S. 858, Z. 35. Dafür spricht auch die beim *Anthericum Liliago* häufige Erscheinung, dass die ersten unteren Blüten in der Traube 4zählig aufgebaut, während die oberen durchweg 3zählig angelegt sind. Das Gleiche tritt in den Infloreszenzen der Gattung *Spiraea* auf (Sp. opulifolia L. u. a.).

S. 861, Z. 35. Auf dieselbe Weise ist die vierzipfelige Krone der *Syringa vulgaris* durch Dédoublement aus einer zweizipfeligen Krone entstanden. Diese Verdoppelung geht in einer, in Bulgarien verbreiteten Varietät weiter, indem der eine Zipfel sich noch einmal teilt, so dass hiedurch eine 5zipfelige Krone zustande kommt.

S. 862, Z. 1. Das Dédoublement der Staubblätter ist eigentlich als Teilung des Phylloms in tangentialer und radiärer Richtung aufzufassen. Eine derartige Doppelteilung haben wir schon an den Kotyledonen der Keimpflanzen kennen gelernt (S. 282) und kehrt dieselbe ebenfalls an den grünen Assimilationsblättern wieder (S. 58). Durch diese Blatteilung umwandeln sich die zweizähligen Quirle in dreizählige, die dreizähligen in vierzählige u. s. w. — eine Erscheinung, welche an Pflanzen mit gegenständigen Blättern wohlbekannt ist.

S. 862, Z. 1, n. d. W. »Beispiel«: der Staminaldédoublation

S. 864, Z. 43. Das Dédoublement der Stamina im Hinblick auf die Phylogenese ist wohlweislich als eine sekundäre Erscheinung anzusehen. Wenn also bei den Cruciferen und den Papaveraceen eine pleiomerische Dédoublierung der Stamina in die Erscheinung tritt, so darf man nicht mit Čelakovský glauben, dass die Vorfahren dieser Familien pleiomerisch entwickelt waren. Diese Vorfahren waren allerdings oligomerisch aufgebaut, wie Murbeck richtig bemerkt. Wenn wir das allgemeine Gesetz im Augenmerk behalten, demzufolge der oligomerische Blütenplan aus dem polymerischen seinen Ursprung genommen hat, so ist dies bei den bereits genannten Familien in dem Sinne zu verstehen, dass die ältesten Vorfahren der Rhoeadales tatsächlich polymerisch waren (und diesen dürften die meisten, holzigen Cappareen angehören). Von denselben haben sich aber die Cleomeen, Cruciferen, Papaveraceen und Fumariaceen abgezweigt und als oligomere Typen stabilisiert. Nunmehr erschien erst in neuerer Zeit bei denselben zu wiederholten Malen infolge des Dédoublements die Polymerie — eine phylogenetische Undulation, welche wir bei zahlreichen anderen Gelegenheiten festzustellen vermochten.

S. 866, Z. 11. *Haronga paniculata* Pers. (Maurit.), eine baumartige Hypericacee, besitzt 5, mit den 5 Karpellen abwechselnde Staubblätter, welche in der Mitte in 3 vollständige, gestielte Stamina geteilt sind, deren mittelständiges länger und terminal gestellt ist. Die heimischen Hypericum-Arten sind bekanntlich bis zur Basis in zahlreiche Stamina geteilt.

S. 867, Z. 7, n. A. Eine höchst merkwürdige Zusammensetzung weisen die Stamina der *Mahernia verticillata* L. (Sterculiac., Cap), also aus der nahen Verwandtschaft der Gattung *Theobroma* (Fig. 68), auf. In der Blüte der genannten Art sind 5, mit den Petalen abwechselnde Stamina enthalten, deren Staubfäden (*b*) einen glatten, starken Griffel vorstellen, an dessen Ende eine gewimperte, drüsige Platte (*c*) zur Entwicklung gelangt und als Nektarium dienlich ist. Mitten aus dieser Platte strebt ein anderer, viel feinerer Staubfaden empor (*a*), welchem an der Spitze zwei, untereinander fast freie, durch eine Längsritze aufspringende Staubbeutel aufsitzen. Auf den ersten Blick wird gewiss niemand in Zweifel ziehen, dass hier ein normales, dithecisches Staubblatt vorliege. Die Gattung *Mahernia* zählt immerhin zu einem Verwandtschaftskreis, wo allgemein Adelphien verbreitet sind; in Erwägung dessen dürfte sich auch das abgebildete Staubblatt als eine, aus zwei monothecischen Staubblättern verwachsene Adelphie erweisen. Diese Voraussetzung bekräftigt auch der Umstand, dass der Fadenteil (*a*) bei der Verwelkung eine Mittelrinne zeigt, durch welche er in zwei Längsstreifen getrennt ist und auf die Verwachsung aus zwei Fäden deutlich hinweist. Demzufolge läge uns ein ganz merkwürdiger Fall einer phylogenetischen Entwicklung vor: das ursprünglich einfache Staubblatt dédoubliert sich in mehrere, monothecische Staubblätter, diese verarmen ferner an der Zahl bis auf 2 und diese zwei Staubblätter verwachsen auf weiterer Stufe wiederum zu einem einfachen, dithecischen Staubblatt! Als Seitenstück zu diesem Entwicklungsgang könnte die oben geschilderte Geschichte der Entwicklung von monofacialen Blättern dienen.

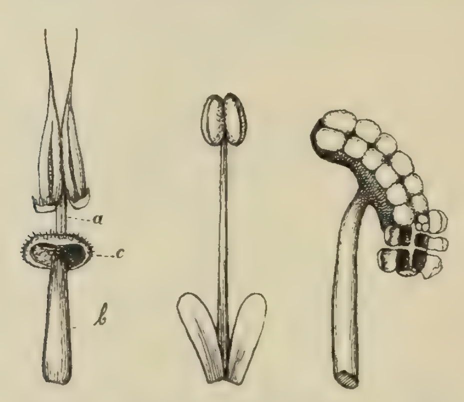


Fig. 68. **Mahernia verticillata L.** Eine zweizählige Adelphie, ein einfaches Staubgefäss nachahmend; *a*) aus zwei Fäden verwachsene Partie, *c*) drüsige Scheibe, *b*) gemeinschaftlicher Griffel. — **Zygophyllum simplex L.** Staubblatt mit schuppenförmigen Anhängseln an der Basis. — **Bombycidendron Vidalianum M. R.** Staubblatt mit zwei Reihen von Pollenkammern, deren 4 unten geöffnet sind. Vergr. (Orig.)

S. 867, Z. 22. Dies bestätigt anschaulich die nahe verwandte Art *Bombax malabaricus* (Ceylon), in deren grossartigen Blüten sich Staminalgruppen vorfinden, welche durch Verwachsung aus 2—5 Staubblättern zustande gekommen sind. Manche derselben zeigen die Verwachsung der Fäden bloss bis zu einer gewissen Höhe, andere aber verwachsen zu den Antheren vollkommen. Die verwachsenen Adelphien bilden 2 pentamere, abwechselnde Kreise.

S. 869, Z. 16, n. A. Höchst belehrende Verhältnisse in dieser Hinsicht findet man in den grossen Blüten des *Bombycidendron Vidalianum* M. R. (Luzon) aus der Verwandtschaft der Gattung *Hibiscus* (Fig. 68). Hier sind die Antheren einem starken Faden aufsitzend und in zwei Reihen von Kammern geteilt. In einzelnen Kammern oder Fächern sind zahlreiche, grosse Pollenkörner eingeschlossen. Die Fächer öffnen sich vermöge einfacher Klappen. Diese Stamina machen denselben Eindruck wie diejenigen bei der Gattung *Parkia* (S. 946), nur mit dem Unterschiede, dass bei dieser Gattung zwei derartige Antherenhälften einem Faden aufsitzen. Die so ausgestalteten Stamina sind nun in 10 parallelen, senkrechten Doppelreihen an einem massiven, verwachsenen, den Griffel umgebenden Tubus angeordnet. Hier sehen wir zunächst, dass tatsächlich die 5 ursprünglichen Stamina sich in 10 Primordien teilen, wie Duchartre, Payer, Frank und andere (vergl. Eichler l. c.)*) entwicklungsgeschichtlich gefunden haben, und zweitens, dass die ursprünglichen 10 Stamina sich auf der ersten Stufe in zwei Antherenhälften getrennt haben und auf der zweiten Stufe sich die Antherenhälften in eine Reihe von Kammern umänderten, welche sich zuletzt in einfache Staubbeutel aufgelöst haben. Dementsprechend würde das erwähnte *Bombycidendron* einen phylogenetisch uralten Malvaceentypus vorstellen.

S. 872, Z. 17, n. A. Die fünfzählige, spiralig aufgebaute Blüte der *Berberis vulgaris* stellt gleichsam den ursprünglichen, acyklischen Plan der Polycarpiceen dar. Die verwandte *Berberidopsis corallina* Hook. (Chile) geht in dieser Hinsicht noch weiter, indem die Blütenhülle nicht in zwei Kreise differenziert ist und bloss aus 13—16 spiralig angeordneten Perigonblättern besteht und zumeist 10 Stamina in spiraliger Stellung vorhanden sind.

S. 885, Z. 4, n. d. W. »Erica«: *Monsoniana* Thnb., *E.*

---

*) Es ist beachtenswert, dass Schumann in seiner monographischen Bearbeitung der Familie der Malvaceen (Engler, Pflanzenfam. III, 6) die interessante Morphologie der Malvaceenblüte gänzlich übergeht, obwohl dieselbe eine ganze Literatur aufweist und obwohl dieselbe von Eichler so sorgfältig behandelt wurde.

S. 885, Z. 12, n. A. Derartige Fälle können uns auch manche *Epacridaceen*, *Rutaceen* (Coleonema virgatum E. Z., Acmadenia u. a.), die *Empedoclea alnifolia* S. Hil. (Dill.), die Gattung *Reaumuria* (Tamaricaceae) u. s. w. liefern.

C. Die Plastik der Blüte.

S. 895, Z. 3. Vergleiche hiezu die trefflichen Bemerkungen bei Günthart (S. 6).

S. 897, Z. 25. Eine bemerkenswerte Ausnahme von dieser Regel bildet die artenreiche Gattung *Hibbertia* (Dilleniac.), wo der pentamerische Kelch und die Corolle vollkommen radiär sind, die kurzen Stamina (8 an der Zahl) und zwei freie, kurze Fruchtknoten jedoch eine Zygomorphie in der Weise offenbaren, dass die Stamina von oben in einer Gruppe die zwei Fruchtknoten (Karpelle) decken. Die Zygomorphie ist hier sonach lediglich durch die Lage der Geschlechtsorgane bewirkt und zweifelsohne bloss der Befruchtungsweise zweckmässig dienlich.

S. 898, Z. 41. *Dracocephalum austriacum* zeigt eine ähnliche Kelchbildung (1 + 4), die Corolle behält jedoch die übliche Form (2 + 3). Die gleichen Verhältnisse weisen die Blüten der *Sideritis romana* L. auf.

S. 899, Z. 10, n. A. Eine wunderbare Variation in der zygomorphen Ausbildung des Kelches tritt bei der Caprifoliacee *Abelia floribunda* in die Erscheinung. Die sympetale Corolle zeigt zwar die gewöhnliche fünfzählige, zweilippige Form (2 + 3) und der unterständige Fruchtknoten trägt gleichfalls 5 grüne, längliche Blättchen, welche der Corolle im Verhältnisse 3 + 2 angepasst sind, es verwachsen aber einzelne Kelchzipfel zuweilen dermassen, dass die verwachsenen Lippen bloss am Ende durch Zähnchen noch kennbar sind. Die Verwachsung erfolgt dann in folgenden Verhältnissen: 2 + (1 + 1 + 1), (1 + 1) + 3, 3 + 2, (2 + 2) + 1. Die Zahlen in den Klammern bedeuten freie Blättchen.

Die Gattung *Eichhornia* (Pontederiac.) weist eine eigenartige Blütenzygomorphie dergestalt auf, dass aus den 6 dicyklischen Perigonblättern das der Mutterachse (der Blütentraube) zugekehrte Perigonblatt des inneren Kreises grösser und von den übrigen abweichend gefärbt ist. Dem zygomorphen Einfluss unterliegt alsdann auch der Fruchtknoten, dessen medianstehendes Karpell auf Unkosten der zwei anderen stärker entwickelt ist. Diese Art der Blütenzygomorphie ist übrigens auch bei den meisten *Orchideen* verbreitet, wo ebenfalls das obere, medianstehende Perigonblatt als grosse, gespornte Lippe (Orchis) entwickelt ist, hier aber um des Gleich-

gewichts willen sich der Fruchtknoten verdreht und hiedurch die grosse Lippe nach unten gerät.

S. 902, Z. 14. Die Blütentraube der *Corydalis cava* und der verwandten Arten ist mit einer sterilen Spitze abgeschlossen, so dass alle Blüten seitenständig erscheinen. Noch auffallender sind die kegelförmigen, vielfach verzweigten, reichblütigen Infloreszenzen der *Saxifraga sarmentosa* (Dipteras.), welche durchweg mit einer terminalen und wie die übrigen zygomorph entwickelten Blüte abgeschlossen sind.

S. 906, Z. 38. Diese pelorische Pleiomerie ist gleichwohl auf dieselbe Weise auszulegen, wie die mehrzähligen Terminalblüten überhaupt, da sie im wesentlichen die gleiche Erscheinung darstellen (S. 858).

S. 907, Z. 3. In der Traube des gemeinen *Cytisus Laburnum* L. gelangt zuweilen die Terminalblüte zur pelorischen Entwicklung, in welchem Falle dann alle Petala gleichmässig ausgestaltet sind und die Blüte ungefähr die Plastik der Caesalpiniaceen annimmt, aus denen sich die Papilionaceen phylogenetisch abgezweigt haben (Jolis). Die reichblütige und zusammengesetzte Infloreszenz der *Aesculus Hippocastanum* L. schliesst mit einer Terminalblüte ab, welche stets radiär ist und nur 5 Stamina enthält.

S. 909, Z. 15, n. A. Schöne Pelorien kommen auch bei der grossblütigen Labiate *Melittis Melissophyllum* vor. Ziemlich häufig habe ich die Blütenäste abschliessende Pelorien bei *Thymus Serpyllum* vorgefunden. Sie pflegen mit den übrigen Blüten gleich gross zu sein und zeigen in Mehrzahl die tetramerische, seltener die pentamerische Zusammensetzung.

S. 915, Z. 2. Eine interessante Ausnahme hievon bildet bloss die *Diplotaxis Harra* Forsk. (Oriens), welche ihre lange Schote auf einem langen Gynophor trägt.

S. 916, Z. 41, n. A. Den besten Beweis, dass es auch dünn- und langgestielte Fruchtknoten gibt, mit phyllomartiger Beschaffenheit des Fruchtstiels (Gynophors), bieten uns manche Ranunculaceen, wo der Blütenboden als Achse mehrere gestielte Fruchtknoten trägt. Ein hübsches Beispiel hiefür liefert die Gattung *Coptis* mit ihren dünngestielten, mehrsamigen Balgkapseln. Desgleichen weist die gemeine *Eranthis* ziemlich langgestielte Karpelle auf. Sehr langgestielte Fruchtknoten phyllomartiger Natur haben auch *Ruppia* und *Zannichellia*.

S. 918, Z. 6, n. d. W. »Bryophyllum«: und *Pistorinia*

S. 918, Z. 18. In der Familie der *Bromeliaceen* ist es beispielsweise *Pitcairnia pulverulenta* R. P., welche einen grünen Kelch und eine rote Corolle besitzt.

S. 919, Z. 15. Es geschieht zuweilen, dass sich bei *Anemone nemorosa* oder bei *Caltha palustris* das der Blüte am nächsten stehende, grüne Laubblatt petalenartig umbildet und gegen die Blüte zu verschiebt

Ein derartiger Fall bezeugt nun, woraus das farbige Perigon zustande kommt.

S. 919, Z. 40. Desgleichen bei *Eranthis hiemalis*, wo das gelbe Perigon drei äussere und breitere und drei schmälere, innere Petalen aufweist.

S. 920, Z. 29, n. A. In der Gattung *Neptunia* (Legumin.) bilden die Zwitterblüten ein endständiges Köpfchen, unterhalb desselben befindet sich aber eine Gruppe von geschlechtslosen Blüten, deren Stamina in lange, flache, gefärbte Kronblätter umgewandelt sind.

S. 922, Z. 21, n. A. Die gemeine *Knautia arvensis* trägt zuweilen in der Natur ganz normale Blütenköpfchen, deren Blüten statt der 4 Stamina vier flache, wie die Corolle gefärbte Blättchen (Staminodien) entwickeln, wobei die übrigen Blütenteile unverändert verbleiben.

S. 923, Z. 27, n. A. In der Gattung *Grewia* (Tiliac.) tritt ferner die Besonderheit auf, dass die Kelchblätter innen auf der Bauchseite schön corollenartig gefärbt, während sie aussen (auf der Rückseite) grün und krautig ausgebildet sind.

S. 924, Z. 29, n. d. W. »Sahara)«: und manche *Paronychia*-Arten haben

S. 925, Z. 3, n. A. Eine eigenartige Vorrichtung tritt in der Kelchbildung einiger *Tunica*-Arten (Caryophyllac.) auf. So ist der Kelch der *T. pachygona* F. M. (Oriens) trichterförmig, mit sehr breiter Mündung, mit 5 harten, grannenartig auslaufenden Leisten, zwischen denen eine überaus zarte, durchsichtige Membran ausgespannt ist. Die Petalen sind verhältnismässig klein, schmal, weiss, aus dem Kelche kaum vortretend.

S. 925, Z. 14. Die Rubiacee *Stephegyne tubulosa* Hook. f. (Ind. Orient.) besitzt einen kleinen unterständigen Fruchtknoten, welcher oben von einem langröhrigen, ganz glatten, nervenlosen, am Rande gerade abgestutzten Kelch (Fig. 69) gekrönt ist. Die tetramere Corolle tritt aus dem Kelche mit langer Röhre hervor. Demzufolge muss der Kelch gleichfalls tetramer sein, was immerhin durch kein morphologisches und anatomisches Merkmal gekennzeichnet ist.

S. 925, Z. 15, n. A. Die grosse und schöne Blüte der *Spathodea campanulata* Beauv. (Fig. 70, Bignoniac., Ceylon) hat einen eigentümlich ausgestalteten Kelch. Derselbe ist nur am Grunde kurzröhrig, alsdann nach vorn erweitert und einseitig in der Weise geschlitzt, dass er in einen lanzettlichen, ganzrandigen, einfach zugespitzten Zipfel übergeht. Dieser Kelch stellt scheinbar ein einziges, einfaches Blatt dar, wiewohl die 10 deutlichen Nerven, die ihn durchlaufen und welche 5 Dorsal- und 5 Commissuralnerven angehören, seine Herkunft aus 5 Blättern ganz im Einklange mit dem Blütenplane verraten. Mit dieser Kelchbildung könnte man die ligulenartige Corolle der Strahlblüten der *Helianthus annuus* in Vergleich ziehen, wo ebenfalls die

pentamere Corolle einfach zugespitzt, gleichzeitig aber von 5 Parallel nerven durchzogen ist.

S. 926, Z. 5, n. A. Bei den Früchten ist es eine längst bekannte Erfahrung- dass die gleichen biologischen Impulse gleich angepasste und gleich, geformte Früchte zur Folge haben, mögen die letzteren in was immer für eine Verwandtschaft zählen. Dieses morphologisch-biologische Prinzip lässt sich allerdings auch bei den Blütenteilen verfolgen. Die Ideen, welche die Ausgestaltung der Blüte bewirken, wiederkehren in den verschiedensten Familien. Hier ein Beispiel aus der Plastik des Blütenkelchs. Die blasig aufgetriebenen Kelche sind für manche Papilionaceen, so z. B. *Astragalus physocalyx* Fisch., *Trifolium fragi-*

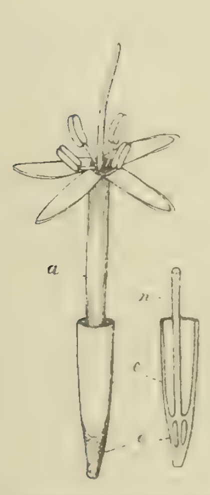


Fig. 69. Stephegyne tubulosa H. f. Eine Blüte mit röhrigem, abgestutztem Kelche (*c*), *a*) die Corollenröhre, *n*) Griffel, *c*) unterständiger Fruchtknoten (Original.)

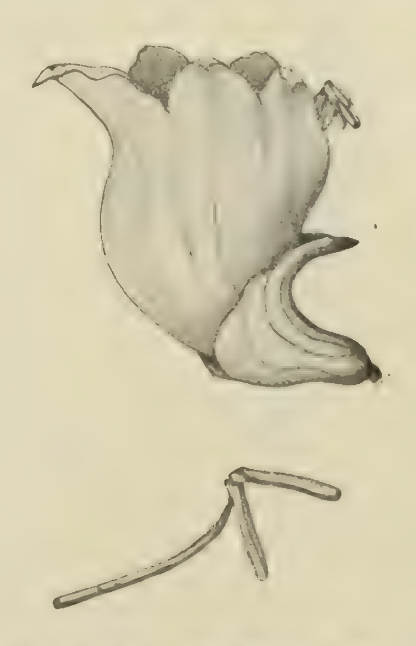


Fig. 70. Spathodea campanulata Beauv. Blüte mit einem einfachen, nur zerschlitzten Kelch; unten ein Staubblatt (Original.)

ferum L., *T. resupinatum* L., *T. tomentosum* L., charakteristisch; dieselbe Form erscheint jedoch auch bei der Labiate *Saccocalyx satureioides* Coss. und bei zahlreichen *Silene*-Arten.

S. 929, Z. 19. Wenngleich die gespaltene Form der Petalen bei der abgebildeten *Stellaria* ganz merkwürdig aussieht, so ist dieselbe dennoch als Anpassung neueren Datums aufzufassen, was sich am besten an vergrünten Blüten der genannten Art kundgibt. Schon in den sehr wenig vergrünten Bütenstadien erscheint die Ausbuchtung schwach, um alsbald in höheren Vergrünungsstadien vollständig zu ver-

schwinden, so dass zuletzt die Petalen eine lineal-lanzettliche, einfache Form annehmen.

S. 930, Z. 5, n. d. W. »20 *cm*)«: *Posoqueria speciosa* Kr. (Rubiac.), *Eucharis grandiflora* Planch. (Amaryl.), *Gardenia Stanleyana*, *Isotoma longiflora*, *Clerodendron siphonanthus*,

S. 930, Z. 17. Hieher möchte auch die baumartige Papilionacee der Philippinen *Rourea erecta* Mer. angeschlossen werden. Die Blütenfahne (vexillum) ist hier hart, holzig, die Flügel (alae) sind ziemlich knorpelig. Was für eine biologische Bedeutung diese Vorrichtung hat, ist mir zur Zeit unbekannt.

S. 930, Z. 37, n. d. W. »Newcastlya«: Physopsis spicata Turc.,

S. 932, Z. 36. Diese diverse Färbung der Ober- und Unterseite des Perigons modifiziert sich bei einigen Blütenarten derart, dass die Oberseite blass und verwischt gefärbt erscheint, während die Unterseite ganz lebhaft und prächtig gemalt und verziert ist. So sind die schönen Frühlingsblüten von *Crocus reticulatus* Stev. u. a. aussen lebhaft violett oder bräunlich gestreift, während die Innenseite einfach blass ist. Einen erstaunlichen Fall können wir aber bei der tropischen, in unseren Glashäusern häufig kultivierten, wohlriechenden Orchidee *Bifrenaria Harrisoniae* Lndl. verzeichnen (Fig. 71). Das Perigon besteht hier aus 3 äusseren und 2 inneren, gleich gestalteten Blättern, welche auf der Innenseite einfach blassgelblich gefärbt sind, auf der Aussenseite (Rückseite) aber einen weisslichen, mit dunkelroten Flecken verzierten Boden haben. Die Lippe ist weisslich, aber aussen unterhalb der Spitze mit einem grossen, purpurnen Fleck gezeichnet, innen nebstdem rötlich klein-punktiert. Die Säule ist rot. Die ganze Blüte ist an einem 10 *cm* langen Stiele aufgerichtet. Diese sonderbare Blütenfärbung entzieht sich jeglicher biologischen, insbesondere entomophilen Auslegung. Wenn man schon annehmen wollte, dass die aufrechte Stellung der Blüte die Colorierung der Aussenseite des Perigons bedingt, so bleibt dennoch die innere Färbung der Lippe fraglich. Aus dem Gesagten



Fig. 71. **Bifrenaria Harrisoniae Lndl. Blüte in natürl. Grösse, mit den aussen gefärbten und gemalten Perigonblättern. (Original.)**

geht jedenfalls hervor, dass die Blüten der genannten *Bifrenaria* zu den hervorragendsten Erscheinungen in der fabelhaften Familie der Orchideen gehören.

S. 933, Z. 7. Die schön roten Flecke auf den Petalen der gemeinen Rosskastanie (*Aesculus Hippocastanum* L.) sind in der Jugend gelb.

S. 933, Z. 30. Die membranartigen, grossen Brakteen der Blütenähre von dem orientalischen *Thymus membranaceus* Boiss. sind rot gefärbt. Schön gefärbte, grosse Brakteen weist auch die Blütenähre des *Origanum Dictamnus* L. auf. Überaus prächtig violette Brakteen in der Infloreszenz besitzt die *Cerinthe gymnandra* Gasp. (Algeria).

S. 934, Z. 15, n. A. Die Färbung der Corolle oder anderer Blütenteile wird von manchen Autoren dahin erklärt, dass dieselbe bloss als eine lokale chemische Tätigkeit der Blüte selbst aufzufassen sei. Dies scheint aber wenig gerechtfertigt zu sein, ja man muss sich vielmehr zur Anschauung hinneigen, dass die Färbung der Blüte durch die anatomisch-chemische Tätigkeit des ganzen Pflanzenkörpers vorbereitet wird. Schon die Keimpflanze weiss es — um uns populär auszudrücken — was für Blüten zur Erzeugung gelangen werden. Wir sind ferner noch überzeugt, dass nicht allein die Farbe, sondern auch die Form und Plastik der Blüte durch die chemisch-anatomischen Vorgänge des ganzen Pflanzenkörpers im voraus bestimmt werden, oder anders gesagt: die materiellen Formen der Pflanze werden von einer einheitlichen, zentralen Energie dirigiert, dergestalt, dass sämtliche Pflanzenteile eines Individuums schon im Plasma des Embryos vorausbestimmt sind. Diese Ansicht wird auch durch die Erfahrung über die Heterophyllie, von der oben schon Erwähnung geschah, gestützt. Wenn ein heterophylles Batrachium infolge der Austrocknung des Wassertümpels am wasserlosen Ufer erscheint so bilden sich noch weiter einige Zeit lang die flachen, schwimmenden und die zerschlitzten, untergetauchten Blätter in derselben Art und Weise wie früher, als stehe die Pflanze noch im Wasser. Erst später beginnen sich die Luftblätter anzulegen und aufzuwachsen.

Was nun die Färbung der Blüten anbelangt, so können wir die oben dargelegte Vermutung durch interessante Beobachtungen belegen. Die Blütenfarbe tritt nämlich auch in mannigfaltigen, vegetativen Pflanzenteilen zu Tage, so, dass aus der Färbung der Knospenschuppen, Niederblätter, Blattstiele u. dgl. die künftige Färbung der Blüte erkennbar ist. So sind beispielsweise die Niederblätter der im Frühjahr hervorkommenden Sprosse des rotblütigen *Lilium umbellatum* dunkelbraun oder dunkelrot, während dieselben an Sprossen des weissblütigen *Lilium candidum* blassgrün sind. Die aufspriessenden Stengel der rotblühenden *Phlox acuminata* sind

braunrot, die der weissblühenden indessen gelblichgrün. Die Schuppen der Winterknospen des rotblütigen *Ribes sanguineum* sind dunkelrot, diejenigen des *R. alpinum* sind blass. Ebenso sind die Blätter des ersteren bräunlich angelaufen, während die Farbe der Blätter des letzteren hellgrün ist. Die Winterknospen der lila- oder rotblühenden *Syringa vulgaris* sind dunkelbraun, während die der weissblühenden Varietät blassgrün sind. Die blaublühenden *Iris*-Arten (I. bohemica u. a.) zeigen violette Rhizomschuppen, während die gelbblühenden *Iris*-Arten (I. Pseudacorus) blasse Niederblätter besitzen. Einige *Opuntien* blühen gelb, andere rot, die Schuppen und Stacheln der ersteren sind durchweg blass, der letzteren aber rötlich.

S. 935, Z. 22, n. A. Die Vorblätter spielen ihre Rolle auch in der Familie der *Acanthaceen*. Die Gattung *Hypoestes* z. B. erzeugt aus den zwei Vorblättern ein röhriges, vorn zweizipfeliges Involucrum, in dessen Innerem noch zwei kleine, freie, transversale Brakteolen eingeschlossen sind, aus welchem die Blüte samt dem verkümmerten, hyalinen Kelche hervortritt.

S. 936, Z. 1. Neuerdings gelang es mir auch solche Blütenköpfe von *Dipsacus silvestris* zu finden, welche in jeder Beziehung ganz normal entwickelt waren und auch gesunde Blüten entfalteten, in denen jedoch unter dem Fruchtknoten an der Stelle des Involucrums zwei kleine, bis zur Basis freie Brakteen zu sehen waren.

S. 936, Z. 35. Nicht selten verwandelt sich das Receptaculum der *Potentilla* in freie Kelchblätter und freie Kronblätter, wobei dann die Kelchblätter tatsächlich die Hochblattform mit zwei seitlichen Stipeln annehmen. Diese Deutung des Calyculus der Rosaceen hat zuerst J. Roeper (1826) aufgestellt und wurde dieselbe alsdann von den meisten Botanikern anerkannt (vergl. bei Domin).

S. 942, Z. 35, n. A. Dem bereits beschriebenen *Crinum* möchte fernerhin noch die *Spathodea campanulata* Beauv. (Fig. 70) angeknüpft werden. Die Staubgefässe der letzteren bestehen aus dünnen, langen Fäden, welche am Ende zwei lange, dünne, in einem Winkel auseinandertretende und hier in einem Punkte befestigte Antherenhälften tragen. Das Konnektiv ist hier somit sehr schwach entwickelt.

S. 942, Z. 3. Bei den Cruciferen wird nicht selten die introrse Lage der Antheren in die extrorse umgeändert infolge der Torsion der Staubfäden (Günthart).

S. 944, Z. 40. Eine noch mehr erstaunliche Plastik erlangen die Staubblätter der tropischen Asclepiadacae *Calotropis* (Fig. 72, Ceylon). Die Konnektivanhängsel haben sich hier zu einem ansehnlichen Organ ausgebildet, welches der ganzen Blüte dominiert. Es besteht aus 5 flachen Leisten, welche rosenrot gefärbt und unten schneckenförmig eingewunden sind. Der ganzen Länge nach sind diese Leisten den Staub-

fäden angewachsen (*n*) und oben mit den kleinen Antheren (*a*) abgeschlossen. Durch die Mitte des zusammengesetzten Apparates verläuft ein Kanal, in welchem die Griffel (*d*) der zwei freien Fruchtknoten eingelagert sind (*o*). Die Griffel verwachsen oben in eine, scheibenförmige Narbe (*c*), welcher eben die Stamina angeheftet sind. Dieses Organ müsste wohl den begriffsstützigen Physiologen als ein Organ sui generis imponieren, obzwar sich dasselbe als blosser Bestandteil der Staubblätter herausstellt.

S. 945, Z. 6, n. A. Den Asclepiadaceen steht in der sonderbaren Konnektivausbildung die *Stemona moluccana* (Fig. 16, Taf. II, Java) kaum nach. Die grossen Blüten sind dimerisch, die Stamina fleischig, massiv, violett gefärbt. Das Konnektiv ist mächtig entwickelt, auf der Bauchseite in eine Längsleiste so hervortretend, dass die Anthere ein dreispreitiges Blatt vorstellt, in dessen Seitenrinnen sich die

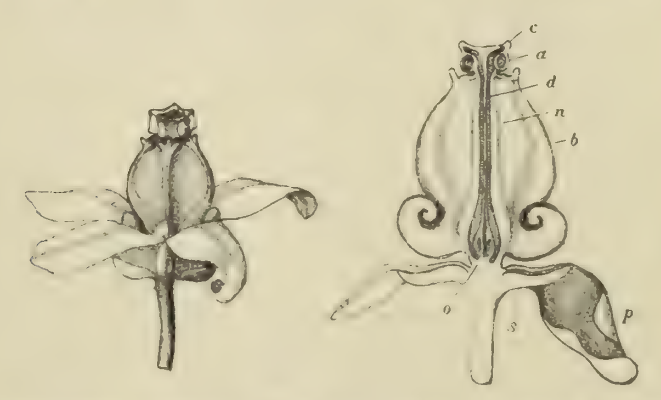


Fig. 72. **Calotropis** (gigantea?). Eine Blüte, verkl., rechts im Durchschnitt; *s*) Kelch, *p*) Petala, *o*) Ovarium, *b*) corollenartige Anhängsel, mit den Staubfäden (*n*) verwachsen, *d*) Griffel, *a*) Antheren, *c*) Narbe. (Original.)

Pollenhöhlung hinzieht. Nebstdem läuft das Konnektiv in einen bogig gekrümmten Schnabel (*a*) aus, indem es zugleich innen zu einem weissen Anhängsel auswächst, welches mit den übrigen eine Mittelsäule bildet. Welchen Zweck diese wunderbare Vorrichtung hat, ist derzeit unbekannt.

S. 946, Z. 2. Die *Calliandra brevipes* (Fig. 21, Taf. I) kann in dieser Hinsicht als Vertreter der Mimoseen dienen. Die langen, dünnen, gefärbten Staubfäden sind in die Mitte einer massiven und farbigen Scheibe eingefügt, auf der zwei untereinander freie Antherenhälften sitzen.

S. 946, Z. 14. *Willdenowia teres* Thnbg. (Cap, Fig. 20, Taf. I) ist, sowie die meisten Restionaceen, durch Staubblätter ausgezeichnet, welche nur die eine Antherenhälfte ausgebildet haben. Diese Antherenhälfte ist durch eine Scheidewand in zwei Fächer geteilt und ebenso in der

Scheidewand aufspringend. Die Staubfäden sind in die Mitte der Rückenlinie eingefügt. Es ist interessant, dass an demselben Individuum ausserdem noch solche Antheren vorkommen, welche durch eine unvollständige Scheidewand von oben her bis zur Mitte in zwei Hälften getrennt sind und somit die Bildung einer zweibeuteligen Anthere vorstellen. Es bleibt indessen fraglich, ob die einbeutelige oder die zweibeutelige Antherenform die ursprüngliche ist. Hält man sich aber die starke Reduktion der Blütenteile der betreffenden Art und die allgemeine Regel, derzufolge alle Monokotylen zweibeutelige Antheren aufweisen, vor Augen, so unterliegt es keinem Zweifel, dass die einbeutelige Form aus der zweibeuteligen durch Reduktion entstanden ist.

S. 949, Z. 29. Dieser Form nähert sich auch die Antherenbildung in der männlichen Blüte der *Cissampelos Pareira* L.

S. 951, Z. 12. *Diclidanthera penduliflora* Mart. (Styrac., Brasil.) besitzt ellipsoidische Antheren, welche sich vermittels einer einzigen, beide Fächer deckenden und zuletzt von oben nach unten sich ablösenden Klappe öffnen.

S. 961, Z. 41. Die Fächer des dreikarpelligen und dreifächerigen Fruchtknotens der Gattung *Alstroemeria* (Amaryl.) reichen zwar bis zur Zentralachse, verwachsen indessen auch hier nicht, was am besten zur Fruchtreife zu ersehen ist, wenn sich dieselben als drei freie, mit Samen besetzte Streifen abtrennen. Hiedurch wird der Übergang zu dem, bei den Liliaceen und Amaryllidaceen verbreiteten Fruchtknoten mit verwachsener Zentralplacenta gegeben.

S. 962, Z. 2. Die Resedacee *Gaylusea canescens* L. ist in dieser Hinsicht noch weiter vorgeschritten, indem der Fruchtknoten aus 5 freien, bis zur Fruchtreife kahnförmigen, ganz offenen Karpellen besteht. Die Eichen und später Samen sitzen an der Basis dieser Karpelle.

S. 962, Z. 30. Diese Deutung wird durch die Gattung *Gaimardia* bekräftigt, wo bloss zwei Karpelle zu einem einzigen Fruchtknoten zusammenwachsen, welcher sodann einem gemeinschaftlichen langen Karpophor aufsitzt.

S. 967, Z. 37. Das gleiche trat bei einer vergrünten *Sarracenia purpurea* ein, wo bekanntlich die Narbe einen breiten, auseinandergespannten Schirm bildet, dessen Narbenspitzen über die Kommissuren gestellt sind. Der breite Schirm löste sich in 5 flache, ausgerandete Blätter auf, deren Ränder die verwachsenen Kommissuralnarben deutlich wahrnehmen liessen.

S. 967, Z. 38. Der ganze Absatz über den Gramineenfruchtknoten ist zu streichen und statt dessen schalte ein:

Wie sich der Fruchtknoten infolge der Reduktion seiner Bestandteile umzuwandeln und zu verändern vermag, dazu kann uns

die Familie der *Gramineen* das beste Beispiel bieten. Der Fruchtknoten wird hier allgemein als einkarpelliges Organ, welches zumeist von einer zweischenkeligen Narbe gekrönt ist, angenommen (Schleiden, Payer, Eichler, Hackel). Wenn 3 Narben entwickelt sind, so ist dieser Fall auf Rechnung der Teilung zu setzen. Doell, Roeper, Naegeli und Čelakovský haben hingegen den Gramineenfruchtknoten als ein dreikarpelliges Gebilde angesehen. Neuerdings hat über diese interessante morphologische Frage Schuster eine lehrreiche Abhandlung veröffentlicht, in welcher er auf Grundlage der vergleichenden Methode dartut, dass die Anschauung der letztgenannten drei Autoren in vollem Masse richtig ist. Leider bezieht sich die Forschung Schusters lediglich auf ein kleines Vergleichsmaterial.*) Ich habe mich ebenfalls mit der Verfolgung dieses strittigen Themas befasst und bin imstande, die Schlussfolgerungen Schusters nur zu bestätigen.

Der Fruchtknoten der genannten Familie zeigt sich als ein in jeder Hinsicht einfaches, monokarpelliges Organ. Placenten oder etwaige Placentarrippen oder Furchen sind äusserlich nicht bemerkbar. Der Fruchtknoten ist aussen und innen ganz glatt und einfächerig. Selten wann, wie z. B. bei *Secale cereale* oder *Coix lacrima* (Fig. 4, Taf. II) lässt sich die glattgewölbte Dorsal- und die furchige Ventralseite unterscheiden. Der Fruchtknotenscheitel ist von zwei, mit federig geteilten Narben versehenen Griffeln gekrönt. *Munroa Benthamiana* (Fig. 9) besitzt ausnahmsweise nur rauhe Narben. Diese Griffel sind entweder unterhalb des Scheitels, wenn sie aus der Blüte seitlich hervortreten, oder dicht an der Scheitelspitze eingefügt, wenn sie aus dem Ende der Blüte hervortreten. Die sonderbare Stellung derselben im ersteren Falle ist demzufolge bloss als eine biologische Anpassung anzusehen.

Die allermeisten Gramineen sind mit 2 Griffeln ausgestattet, die Gattungen mit 1 oder 3 Griffeln gelten als seltene Ausnahmen, wobei wiederum jene Arten zu unterscheiden sind, bei denen der dreigriffelige Fruchtknoten die Regel oder die Ausnahme von der Regel bildet. Drei Griffel tragen regelmässig: *Streptochaeta brasiliensis*, *Streptogyne crinita*, *Pharus glaber* und einige *Bambusa*-Arten Bald drei-, bald zweigriffelige Fruchtknoten kommen bei *Oryza sativa*, *Bambusa Blumeana*, *Hierochloa australis* vor. Einen Griffel besitzen regelmässig *Dendrocalamus giganteus*, *Nardus stricta*, *Zea Mais*, die *Euchlaena*- und *Pennisetum*-Arten. Der einzige Griffel von

*) Schuster betont mit Nachdruck, dass es die ontogenetische Methode ist, welche ihn zu diesen Resultaten geführt habe, ich finde jedoch nicht ein einziges ontogenetisches Moment in dieser Abhandlung, welches für die erwähnte Frage von Belang wäre.

Zea Mais ist aber durch die Verwachsung zweier entstanden, was auch durch die Spaltung an der Spitze angedeutet wird. Schuster nimmt auch an, dass *Nardus* aus zwei Griffeln zusammengewachsen sei, was aber unrichtig ist. Die Narbe ist hier sehr stark, bis zur Basis behaart (Fig. 1) und dort, wo sie in das Ovarium übergeht, scheidig zusammengeschlossen, der Scheidenteil nebstdem äusserlich vom Ovarium abgesondert. Auf der Dorsalseite ist das Ovarium unten kinnartig ausgewölbt. Im Durchschnitt vermochte ich keine Nerven zu finden. Demzufolge stellt der Fruchtknoten von *Nardus* bloss ein Karpell dar, dessen Scheide verwächst und das Ovarium bildet, die Spreite indessen, die Granne nachahmend, sich als Narbe ausgestaltet.

Wenn die Griffel endständig aus der Blüte hervortreten, so sind sie nicht nur dicht aneinander genähert, sondern auch zuweilen mehr oder weniger hoch zusammengewachsen und hiedurch nur oben zweiarmig (z. B. *Alopecurus pratensis, Cenchrus ciliatus*). Bei *Sesleria coerulea* ist noch eine scharfe Furche in dem Griffel bemerkbar, wo beide Schenkel verwuchsen. Hier unterliegt es keinem Zweifel, dass eine Verwachsung stattfand, wenn wir aber die Fruchtknoten einiger Bambuseen vergleichen, so begegnen wir Arten, wo gleichzeitig in einer Blüte 3 freie Griffel, in einer anderen Blüte ein verschieden hoch zweiteiliger Griffel, in einer dritten ein einfacher und ein zweischenkeliger Griffel anzutreffen ist. Dazu kommt noch, dass einige Bambuseen zwei (Olyra latifolia, Arundinaria Tolunge, Dinochloa scandens), andere nur einen Griffel tragen (vergl. eingangs). Hier wäre also die Frage zu lösen, ob der eingriffelige oder dreigriffelige Fruchtknoten der ursprüngliche ist; im ersteren Falle müssten wir den 2—3griffeligen durch Teilung oder Dédoublement erklären. Bei der genannten *Bambusa Blumeana* haben wir demnach einen Verwachsungs- oder Teilungsprozess vor uns. Bei vielen Pflanzenfamilien ist es ganz evident, dass sich der Griffel dédoublieren kann, während das Karpell einfach verbleibt, so beispielsweise bei den *Convolvulaceen* und *Euphorbiaceen*. Bei den *Cordiaceen* teilen sich die Griffel und auch die Karpelle. Bei den *Boraginaceen* und *Labiaten* teilen sich die Karpelle, die Griffel bleiben aber einfach, bei den *Malvaceen* verläuft diese Teilung beiderseits bis zu hohen Graden hinaus.

Aus der Anwesenheit von 2—3 Griffeln kann man folglich nicht sofort deduzieren, dass der Gramineenfruchtknoten, im engeren Sinne der Fruchtknoten der *Bambusa Blumeana*, aus 2—3 Karpellen verwachsen vorliegt, wenn diese 2—3 Karpelle im Ovarium durch nichts angedeutet sind. Schuster hat zahlreiche Fruchtknoten anatomisch untersucht und festgestellt, dass in den meisten derselben

regelmässig ein starker Kommissuralnerv und nebstdem 2 Lateralnerven in der Ovariumwand verlaufen, welch' letztere in die beiden Griffel abgehen. Er sagt weiter, dass auch der dritte, dem Kommissuralnerv gegenständige Nerv, obzwar sehr reduziert, vorhanden sei, welcher als Rudiment nach dem dritten, abortierten oder reduzierten Griffel anzusehen wäre. Das sieht zwar schön aus und stimmt vollkommen mit der unten dargelegten Theorie überein, wir dürfen aber nicht vergessen, dass die anatomischen Merkmale allzu häufig täuschen können. Schuster z. B. erwähnt keine Fälle, wo überhaupt keine Ovarnerven vorzufinden sind, obwohl ich mehrere Beispiele derselben beobachten konnte.

Wenn wir dementgegen wissen, dass *Nardus* bestimmt einkarpellig ist, so können auch einkarpellige *Bambuseen* existieren, deren Griffel 2—3schenkelig-geteilt sich entwickelten. Schusters Theorie, nach welcher der dreikarpellige Fruchtknoten als ursprünglicher Typus der Gramineen anzunehmen ist, erweist sich trotzdem als richtig aus anderen Gründen, und zwar: 1. aus den variabeln Fällen, wo der dritte Griffel verkümmert, 2. aus dem phylogenetischen Blütenplane der Monokotylen, 3. aus dem Plane der Gattung *Streptochaeta* und der *Bambuseen*.

In der ersten Kategorie der bereits angeführten Nachweise ist an erster Stelle die *Oryza sativa*, welche auch Schuster richtig beschreibt und erläutert, zu nennen. Der Fruchtknoten ist hier walzenförmig und einem verdickten Blütenboden aufsitzend (Fig. 12). Die Narben beendigen die zwei gleich langen, im Winkel auseinandertretenden Griffel. Zwischen den Griffeln auf der der Palea inferior zugekehrten Seite ist jederzeit ein kegelförmiges Spitzchen bemerkbar, welches sich aber nicht selten in einen dritten Griffel umwandelt. Es sind nunmehr drei gleiche Griffel vorhanden. Die dreigriffeligen Blüten sind bei der Oryza keine Abnormität, sondern eine regelmässige Erscheinung und bieten uns den besten Beweis, dass die kegelförmige Spitze, welche bei manchen Gramineen zwischen den beiden Griffeln in Erscheinung tritt und die Stelle des dritten, theoretisch vorausgesetzten Griffels okkupiert, tatsächlich diesen dritten, wenn auch verkümmerten Griffel darstellt. Dass dieser dritte Griffel auch spurlos verschwinden kann, beweist die der Oryza nahe verwandte Art *Leersia hexandra* Sw., wo nur 2 Griffel vorkommen, ohne Spur nach dem dritten. Das spitzige Griffelrudiment ist bei vielen Gramineen bekannt und von den Autoren längst beschrieben worden. Ich selbst führe als Beispiele an *Panicum miliaceum*, *Stipa capillata*, *Bluffia Eckloniana* und *Zizania aquatica*. Bei der letzteren ist dieses Rudiment besonders belehrend, indem es einen kräftigen, herunter gebogenen Schnabel vorstellt, dessen Basis den Basen der

zwei anderen Griffel gleichkommt. Unter dem Fruchtknoten sitzen 6 verkümmerte Stamina. Es ist indessen beachtenswert, dass jener Schnabel nicht selten spurlos verschwindet und dass zuweilen auch der eine von den beiden Griffeln sich zu einem ähnlichen Schnabel reduziert. Dieser Umstand ist folglich wohl überzeugend, dass das spitzige Griffelrudiment den dritten Griffel darstellt. Ein derartiger Fall wiederkehrt auch bei *Eleusine Tocusa* (Fig. 14), wo in der Regel der eine Griffel zu einem Spitzchen verkümmert. Schuster beschreibt ein derartiges Spitzchen bei *Cynosurus echinatus*.

Die Verkümmerung des dritten Griffels kann in der Weise erfolgen, dass keine Spur nach dem Griffel zurückbleibt und der Fruchtknoten infolgedessen normal zweigriffelig zu sein scheint. In derselben Weise kann umgekehrt der dritte Griffel ohne alle Übergänge vollständig entwickelt erscheinen, wie ich es häufig an der *Hierochloa borealis* zu beobachten vermochte (Fig. 5).

Auf Grund dieser Tatsachen ersehen wir, dass die ursprüngliche Fruchtknotenform der Gramineen dreigriffelig war, dass aber im Verlaufe der Zeit der in die Mediane fallende Griffel sich reduzierte.

Diese durch tatsächliche Befunde belegte Theorie steht im Einklange mit dem trimerischen Blütenplane, welcher alle Monokotylen charakterisiert, am vollkommensten bei den *Liliaceen* entwickelt und auch bei den Palmen, in deren Verwandtschaft die Gramineen zu stellen sind, allgemein verbreitet ist. Nach diesem Plane kommen dem Perigone zwei Kreise, den Staubblättern zwei Kreise, dem Fruchtknoten ein trimerischer Kreis zu. Dieser Blütenplan unter dem Einflusse der Ährchenzusammensetzung, wo die Spelzen die Blüte kräftig zusammenschliessen, musste in seiner Entwicklung einige Glieder einbüssen. So hat sich vorzugsweise das Perigon in der Weise reduziert, dass der äussere Kreis spurlos verschwunden ist, der innere aber sich in zwei kleine Schüppchen (lodiculae) umwandelte. Der dreikarpellige Fruchtknoten hat in den meisten Fällen das in der Mediane stehende Fruchtblatt gänzlich verloren oder verkümmerte dasselbe zu Gunsten der zwei zurückgebliebenen. Bei *Nardus* und vielleicht noch anderwärts hat dieser Vorgang eine entgegengesetzte Richtung eingeschlagen, indem die zwei seitlichen Fruchtblätter dem Abort unterlagen, während das mediane zur kräftigen Entwickelung gelangte — ein Fall, welcher nicht selten bei den zygomorphen Blüten auftritt.

Die Staubblätter, ursprünglich sechs in zwei Kreisen, erfahren die Reduktion in der Weise, dass der innere Kreis gänzlich verschwindet und aus dem äusseren nicht selten noch das eine Staubblatt verkümmert.

Dass dieser Reduktionsvorgang in der Gramineenblüte stattfand, und dass es keineswegs eine blosse morphologische Spekulation ist, wenn wir die Gramineenblüte auf den Blütenplan der Liliaceen zurückführen, vermögen wir auch aus der phylogenetischen Entwickelung der Gramineengruppen, wie dieselbe von Schuster ebenfalls trefflich entworfen worden ist, zu erkennen.

Die *Bambuseen*, insbesondere aber die Gattung *Streptochaeta* (vergl. Čelakovský) stellen uns jenen ursprünglichen Typus dar, aus dem alle übrigen Gramineen hervorgegangen sind. Die Bambuseen besitzen zum grossen Teile noch drei Perigonblättchen (lodiculae), 6 Stamina und 3 Karpelle. Die *Streptochaeta*, welche zwar den Bambuseen nicht direkt angehört, aber wahrscheinlich einen selbständigen, isolierten Urtypus repräsentiert, besitzt 3 Perigonblättchen des inneren und 3 Perigonblättchen des äusseren Kreises, 6 Stamina, 3 Karpelle Es ist überraschend, dass die *Streptochaeta* auch eine Keimungsart aufweist (S. 51), welche mit der ursprünglichen Keimungsform sämtlicher Monokotylen übereinstimmt, die sich aber durch die biologisch-morphologische Anpassung bei den Gramineen eigentümlich ausgestaltet hat. Die Bambuseen behaupten sich ferner auch in anderen morphologischen Merkmalen (die Blätter, die Verzweigung, der Stamm) als selbständiger Gramineentypus von hohem Alter, welche Anschauung auch durch das Vorkommen der Bambuseen in den ältesten Tertiärschichten als die erste Graminee bestätigt wird. Ihre Herkunft wäre demnach bis in die Kreide zu versetzen.

Alle Blütenteile der *Streptochaeta* verfielen mannigfaltiger Reduktion. Zuerst verschwand der äussere Perigonkreis und der innere Staminalkreis, alsdann verschwand ein medianstehendes Perigonblättchen und zuletzt das medianständige Fruchtblatt. Durch diesen Entwicklungsgang erhalten wir schliesslich den allgemein verbreiteten Blütentypus der rezenten Gramineen. Wenn wir hin und wieder eine numerische Abweichung antreffen, so ist dieselbe auf die Rechnung eines dimerischen Plans oder einer Dédoublierung zu stellen. So ist *Anthoxanthum odoratum* und *Maillea crypsoides* in allen Kreisen dimerisch gebaut — ein Fall, welcher bei allen trimeren Monokotylen ausnahmsweise in Erscheinung tritt. Die 12 Staubblätter bei *Pariana* oder 14 bei *Luziola* sind ohne Zweifel durch die Dédoublierung der ursprünglichen 6 zustande gekommen.

Durch diese phylogenetisch-morphologische Analyse gelangt man zur Schlussfolgerung, dass der Fruchtknoten in der Familie der Gramineen ursprünglich 3karpellig war und dass die Erscheinung, welcher wir bei der Griffelbildung der *Bambusa Blumeana* begegnen, nicht als Spaltung, sondern als Verwachsung aufzufassen ist

Hier müssen wir wiederholt betonen, dass die Abschätzung morphologischer Organe, wenn sie durch Reduktion oder Teilung einer grossen Umgestaltung ausgesetzt sind, vorsichtig und nur vermittels der vergleichenden Methode vorgenommen werden muss.

Auch anderwärts begegnet man derartigen Schwierigkeiten wie bei den Gramineen. *Globularia Willkommii* z. B. besitzt eine ganz einfache Narbe und einen einfachen, einfächerigen Fruchtknoten, ohne Spur nach den Kommissuren und den Wandnerven, und trotzdem müssen wir da einen zweikarpelligen Fruchtknoten voraussetzen, wenn wir den Blütenplan im Vergleich mit den verwandten Familien im Augenmerk haben. Nicht weniger lehrreich ergibt sich uns in dieser Hinsicht die bekannte *Myrica Gale*, welche in der weiblichen Blüte nur einen durch zwei winzige Brakteolen (α, β) gestützten Fruchtknoten besitzt. Die Fruchtknotenwand ist überall glatt, ohne Spur nach einer Kommissur und ohne Spur nach etwaigen

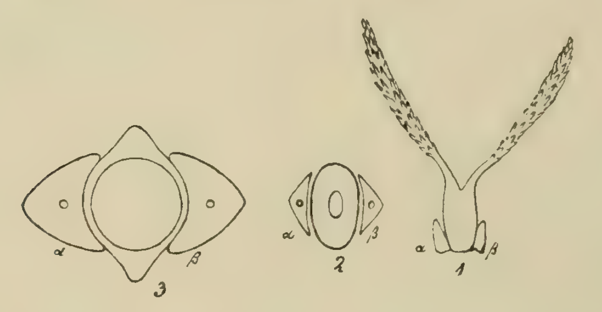


Fig. 73. **Myrica Gale** L., weibliche Blüte; 1) die Blüte mit 2 Griffeln und 2 Brakteolen (α, β); 2) dieselbe im Durchschnitt; 3) reife Frucht im Durchschnitt. (Original.)

Nerven. Und trotzdem müssen wir, aus dem Blütenplane ausgehend, einen zweikarpelligen Fruchtknoten annehmen, was hier noch durch den Umstand anschaulich bekräftigt wird, dass der Fruchtknoten von zwei mächtigen Griffeln gekrönt wird. Die Reduktion des Fruchtknotens bei *Myrica* kann man dadurch erläutern, dass die erwähnten Brakteolen den mechanischen Schutz übernommen haben, indem sie sich zur Fruchtreife zu zwei seitlichen, rigiden, mit einem Mittelnerven versehenen Flügeln umgestaltet haben (Fig. 73).

S. 968, Z. 25, n. d. W. »Crocus,«: Euphorbia,

S. 969, Z. 31. Einen mit basalem Griffel versehenen Fruchtknoten am Grunde des Receptaculums haben die Blüten der baumartigen Gattungen *Licania* und *Moquilea* (Rosac., Brasil.).

S. 969, Z. 33, n. A. Durch das lokale Interkalarwachstum verschwindet nicht nur der Griffel von seiner Terminalposition, sondern auch der Fruchtknoten selbst erfährt mannigfaltige Ausgestaltungen. Als Beleg hiefür

dient z. B. die abgebildete Melastomacee aus Queensland *Tristemma* sp. (Fig. 18, 19, Taf. I), wo am Scheitel des im Receptaculum versenkten, vierkarpelligen Fruchtknotens vier Zipfel emporwachsen, zwischen denen der Griffel eingefügt ist.

S. 974, Z. 21. Bei einigen Arten gelangt tatsächlich eine zentrale Placenta zur Entwicklung, wobei gleichzeitig die Scheidewände vollkommen verschwinden. Die Gattung *Reaumuria* zeigt hingegen die gleiche basale Placenta; die 5 Scheidewände (*a*) sind immerhin noch vorhanden (Fig. 74). Bei *Myricaria germanica* (Fig. 74) zieht sich die basale, mit zahlreichen Eichen besetzte Placenta von dem Karpellgrund hoch hinauf auf der Kommissurallinie, so dass wir in der einzigen Familie der Tamaricaceae alle gewünschten Übergangsstadien vorfinden, welche die Entstehung der Zentralplacenta der Primulaceen aus den gewöhnlichen wandständigen Placenten veranschaulichen.

S. 975, Z. 2, n. A. Brongniart (1834) u. Faivre (1850) hielten, auf den Blütenvergrünungen der Gattung *Primula* fussend, die zahlreichen Eichen für ganze umgewandelte Blätter, welche auf der axilen Placenta spiralig angeordnet sind.

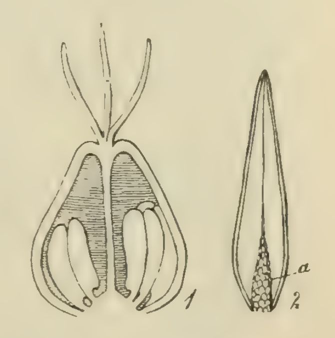


Fig. 74. Fruchtknoten der Tamaricaceen 1) Reaumuria, im Längsschnitt, mit basaler Placenta, 2) Myricaria, ein Karpell, mit auf die Wand hinaufsteigender Placenta. (Original.)

S. 981, Z. 12, n. A. Unterhalb des Fruchtknotens des *Stylidium adnatum* entspringt gewöhnlich eine zweite, seitlich gestellte Blüte, welche dem Fruchtknoten samt der Stützbraktee hoch anwächst.

S 996, Z. 39. Sehr lehrreich erweisen sich jene abnormen Fälle bei *Prunus avium*, wo der Fruchtknoten mit den Receptaculumswänden zusammenwächst und somit einen unterständigen, der Gattung *Pirus* ähnlichen Fruchtknoten erzeugt (Carrière).

Neuerdings hat Hillmann die Becher der Rosaceen einer anatomischen Untersuchung unterzogen und ist derselbe, ohne die morphologischen Befunde zahlreicher Autoren zu berücksichtigen, zum Resultate gelangt, dass sämtliche Rosaceenreceptacula von phyllomartiger Natur sind, mit Ausnahme der Gattung *Rosa* und der *Pomaceen*. Die Beweggründe für die zwei letzteren Ausnahmen gibt aber Hillmann in einer so unlogischen Weise, dass auch fortan die phyllomartige Beschaffenheit des Blütenbechers der Rosa und der Pomaceen als erwiesen gelten kann. Übrigens wird die verfehlte Beweisführung Hillmanns sowie jene von Rydberg in der schönen und über dieses Thema leicht orientierenden Abhandlung Domins nachdrücklich widerlegt. Domin beweist nicht nur auf

Grundlage der in der Literatur angesammelten abnormen Fälle, sondern auch aus eigenen Beobachtungen an vergrünten Blüten von *Potentilla aurea*, dass das Receptaculum der Rosaceen sich in den vergrünten Blüten in freie Blätter derart zerlegt, dass dem Receptaculum die scheidige Stipularbasis entspricht und die Calyculusblättchen der Potentilleen die freien Stipularzipfel darstellen. Die Staubblätter sowie die Petala beteiligen sich aber an der Bildung des Receptaculums nicht, indem sie in den vergrünten Blüten ihren Platz auf der Blütenachse unterhalb der Karpelle eingenommen haben. Diese Beobachtung vermag ich aus meiner Erfahrung nur zu bestätigen und im Einklange mit Domin das Receptaculum der Rosaceen für ein blosses Kelchgebilde zu erklären. Die Stamina und Petala sind in diesem Receptaculum auf den Rand hinaufgeschoben. Hiezu verweisen wir den Leser auf die Bemerkungen über die Verschiebung und die Verwachsung S. 117.



Fig. 75. **Fourcroya gigantea.** Durchschnitt durch d. oberen Fruchtknotenteil, vergr.; *a*) die äusseren, *b*) die inneren Perigonbasen, *c*) Gefässbündel der Stamina, *d*) Gefässbündel der Perigonhülle, *e*) Luftkanäle, *f*) Fruchtknotenhöhlen mit Eichen. (Original.)

S. 997, Z. 17. Die Liliacee *Bowiaea volubilis* zeigt überdies einen halbunterständigen Fruchtknoten und ebenso die Bromeliacee *Pitcairnia pulverulenta.*

S. 1002, Z. 13. Eine überaus anschauliche Bestätigung der Entstehung des Fruchtknotens aus den Perigonbasen bietet uns die Blüte der *Fourcroya gigantea* (Fig. 75), welche in der oberen Fruchtknotenpartie tiefe, von den Perigonrändern herablaufende Rinnen zeigt und hinter den inneren Staubfäden lange Luftkanäle wahrnehmen lässt. Es sind Streifen, in denen die Karpelle mit den Staubfäden und dem Perigon nicht verwuchsen. Die Karpelle gehen oberhalb des Perigons allmählich in den Griffel über und verwachsen hier zuerst mit den inneren Staubfäden. Nur die untere Partie des unterständigen Fruchtknotens ist solid. Von einer Beteiligung der Blütenachse an der Fruchtknotenbildung ist hier sonach nicht die geringste Spur.

S. 1005, Z. 24, n. A. Es sind zahlreiche Fälle in der Literatur angeführt, wo sich die Blütenknospe eines *Phyllocactus* direkt in einen negativen Spross umbildet (Hildebrand, Weisse u. a.); dies dürfte vielleicht die bereits beschriebene axile Beschaffenheit des Kakteenreceptakels bestätigen, leider sind nähere Untersuchungen über das Verhältnis des Fruchtknotens zum weiter wachsenden Vegetativsprosse nicht angestellt worden und mir selbst geriet bisher kein derartiger Phyllocactus in die Hände.

S. 1008, Z. 3. Auf die Gliederung des Blütenstiels und die anatomische Verschiedenheit der oberen und der unteren Stielpartie hat neulich auch Lecomte aufmerksam gemacht (1909, 1910).

S. 1008, Z. 29, n. A. Auf dem abgebildeten Blütendurchschnitte der *Dracaena arborea* (Fig. 76) ist schön zu sehen, wie das Perigon in das Pericladium (*p*) übergeht, welches vom Stiele scharf abgegliedert ist. Der Fruchtknoten beendigt das Karpophor (*a*), welches scharf anatomisch von der äusseren Perigonalscheide (*b*) differenziert ist. Das Innere desselben durchziehen die Gefässbündel und besonders nach aussen ist sein Gewebe von Chlorophyll erfüllt. In dieser Stelle (*n*)

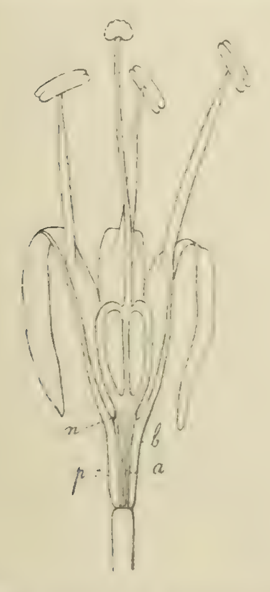


Fig. 76. **Dracaena arborea** Hort. Die Blüte i. Durchschnitt, schwach vergr.; *p*) Pericladium. *a*) Karpophor, anatom. differenziert von d. Perigonialhülle (*b*), *n*) die Stelle, wo das Perigon und das Karpophor zusammenwachsen. (Origin.)



Fig. 77. **Roëlla reticulata** L. Blüte, rechts im Durchschnitt, schwach vergr.; *a*) Corolle, *b*) dem unterständigen Fruchtknoten angewachsene Brakteen, *p*) grüne Achselknospen, *c*) Kelchblätter. (Original.)

verwächst das Karpophor mit dem Perigon. Dieses einzige Beispiel erweist sich als dermassen belehrend, dass das Wesen des Pericladiums nicht mehr fraglich bleibt.

S. 1011, Z. 13, n. d. W. »Cordia«: *Bruguiera, Crypteronia.*

S. 1011, Z. 15, n. d. W. »Malpighiaceen«: *Flacourtiaceen,*

S. 1014, Z. 8. Die abgebildete *Crotalaria alata* (Fig. 28) besitzt zwei Vorblätter α, β, welche auf den Kelch hinaufgeschoben sind — eine Erscheinung, die bei den Leguminosen eben nicht selten ist.

Als überaus lehrreiches Beispiel eines Receptaculums, welchem die Brakteen anwachsen, bietet uns die kapländische Campanulacee

Roëlla reticulata L. (Fig. 77). Hier ist die ganze Oberfläche des unterständigen Fruchtknotens mit zahlreichen Brakteen bewachsen, nur oben treten 5 lange, grüne Kelchblätter vor. Die Brakteen übergehen allmählich in die kleinen Blätter am Blütenstiele, in deren Achseln grüne Knospen angelegt sind, während die ovarständigen Brakteen keine Knospen enthalten. Auf dem Durchschnitte ist klar zu sehen, wie die Achsenpartie des Blütenstiels unter dem Fruchtknoten endet, während sich die Blattrinde ohne Unterbrechung in die Ovarwand fortsetzt. Es kann demnach das Receptaculum aus der Stammpartie nicht gebildet werden. Die Abwesenheit der Knospen in den Ovarbrakteenachseln bezeugt hinlänglich, dass diese Brakteen lediglich die dem Receptaculum angewachsenen Hochblätter darstellen. Diese Auslegung erweist sich umsomehr als die wahrscheinlichste, als der Fall von *Roëlla* in dem Bereiche sämtlicher Campanulaceen vereinzelt dasteht.

S. 1027, Z. 16, n. A. Auf der Innenseite der Petalen in der Blüte der Gattung *Reaumuria* (Tamaricac.) sind der Länge nach zwei häutige Schuppen angewachsen, welche gewiss den Ligularanhängseln der Caryophyllaceen gleichkommen.

S. 1030, Z. 4, n. A. Unsere Darlegung der Ligularbildungen bei den Caryophyllaceen und Sapindaceen dürfte ihre Analogie in zahlreichen anderen Familien finden und wird wahrscheinlich zur einheitlichen Anschauung über derartige Blütenorgane führen. Es ist indessen beachtenswert, dass derartige Auswüchse und Anhängsel in der Corolle der mannigfaltigsten Gattungen und Familien auch in abnormaler Weise in Erscheinung treten, wenn auch die Blüte sonst normal ausgebildet und jedenfalls gesund ist. Diese Anhängsel, welche Gestalt immer sie haben mögen, verraten sogleich ihre Deutung durch die Orientation der gefärbten Ober- und Unterseite. Es scheint, dass es vorzugsweise die meisten gefüllten Blüten sind, welche ihre Entstehung den doppelspreitigen oder genähten Blättern verdanken.

S. 1030, Z. 26. Besonders bemerkenswert ist in dieser Hinsicht die Gattung *Aglaia* (Fig. 17, 18, Taf. II), bei der die Stamina auf der Innenseite einer napfförmigen, gefärbten Corolle derart eingefügt sind, dass jede Anthere unter dem Winkel, welchen die dreieckigen Zipfel einschliessen, erscheint. Bei *A. odorata* verschwinden schliesslich auch diese Zipfel und das ganze Gebilde erlangt das Ansehen einer inneren Corolle, welche mitten in der gefärbten äusseren (normalen, echten) Corolle sitzt. Es braucht nicht bemerkt zu werden, dass die innere Corolle der stipulären Paracorolla der Narcisseen nicht nur durch die Form, sondern auch durch die morphologische Bedeutung gleichkommt.

S. 1031, Z. 30, n. A. In der Corollenröhre der *Phacelia tanacetifolia* sind die Staubfäden eingefügt, deren Basen zwei grosse Schuppen umfassen,

welche bloss die Deutung als Emergenzen haben können, weil das ganze Blütendiagramm durch ihre Anwesenheit nicht gestört wird.

Zygophyllum simplex L. zeigt an der Basis der Staubfäden 2 längliche, hyaline, seitlich gestellte Schuppen von Emergenznatur (Fig. 68). Bei anderen Zygophyllaceen sind diese Schuppen einfach und in der Staubfadenachsel. Es handelt sich hier jedenfalls um ähnliche Fälle, wie bei der Gattung *Cuscuta*. Hinter den erwähnten Schuppen sind erst die Drüsenzähne bemerkbar.



Fig. 78. **Albizzia moluccana** Miq. Vergr. **Infloreszenz mit dimorphen Blüten**; *s*) der Stiel mit der Blütenähre aus der Brakteenachsel *b*) auf dem Zweige (*o*) hervortretend; *c*) **Kelch**, *n*) **Corolle**, *i*) **Staminalröhre**. *a*) **Vergr.** Corolle mit der spiralig zusammengewickelten Staminalröhre vor der Entfaltung. (Original.)

S. 1033, Z. 38, n. A. Dass der Blütendimorphismus fast durchweg mit der Geschlechtssonderung verknüpft ist, erweist sich auch bei dem auffallenden Beispiele an der Gattung *Albizzia* (Fig. 78). Die blassen Blüten der abgebildeten Art bilden eine dichte, mit einer Terminalblüte abgeschlossene Ähre. Diese Terminalblüte blüht zuerst auf, während die seitlichen sich akropetal entfalten. Die Terminalblüte ist männlich, die seitlichen sind zwitterig. Die röhrige Corolle der Terminalblüte ist kürzer, dicker, die Staubfädenröhre tritt aus der Corolle nicht hervor, die freien Fäden sind stärker und die Antheren grösser — diese Blüte ist demnach ganz anders ausgestaltet als die seitlichen, welche eine viel schmälere und längere Corolle aufweisen, aus der eine überaus lange Staubfädenröhre hervortritt. Der sehr dünne Griffel mit kugeliger Narbe erreicht eine enorme Länge und übergipfelt die zahlreichen Stamina. Die Staubfädenröhre samt den freien Stamina ist in der Knospe vielfach zusammengewunden (*a*), was zur

Folge hat, dass bei der Entfaltung die Stamina sich augenblicklich strecken und aus der Corolle hervortreten. Der interessante Fall von *Albizzia* steht zweifelsohne kaum isoliert im Bereiche der Mimosaceen und ich möchte die Forscher in den Tropenländern aufmerksam machen, auch die anderen Gattungen in dieser Richtung noch zu untersuchen.

Die oben geäusserte Meinung, dass die Corollenreduktion durchweg mit der Unterdrückung des männlichen Geschlechts erfolgt, wird auch durch zahlreiche Fälle bei denjenigen Pflanzenarten bestätigt, wo neben den Individuen mit zwitterigen Blüten auch solche Individuen vorkommen, welche infolge der Verkümmerung der Stamina weiblich werden. Allgemein bekannt ist diese Erscheinung am *Thymus Serpyllum*, wo neben den zwitterigen Stöcken auch rein weibliche auf demselben Standorte sich entwickeln und in diesem Falle winzig kleine Corollen tragen. Das Gleiche wiederkehrt bei *Salvia pratensis*. Sehr auffallend ist diese Sache bei der schönblütigen *Myosotis palustris*. Die mit grossen, blauen Corollen versehenen Individuen dieser an Bächen verbreiteten Art sind durchaus zwitterig. Hin und wieder findet man aber Individuen, welche sämtlich sehr kleine, bläuliche Corollen tragen, so dass man geneigt wäre nicht zu glauben, dass dieselben der gleichen Art angehören können. Diese kleinblütigen Individuen weisen entweder verkümmerte Staubgefässe oder bloss sterile Staminodien auf, aber allemal stark und gut entwickelte Fruchtknoten. Ein ganz analoger Fall kann bei *Polemonium coeruleum* verzeichnet werden, wo sogar in der Gartenkultur neben den grossblütigen, zwitterigen Individuen kleinblütige, weibliche Stöcke in die Erscheinung treten. Bei *Silene Otites* treten regelmässig einzelne, rein weibliche Stöcke auf, welche bloss kleine Petalen tragen.

Alle diese und derartige Fälle dürfen keineswegs als Abnormitäten angesehen werden, sondern bloss als eine spontane Neigung zur Erzeugung diklinischer Blüten, wobei also das allgemeine Gesetz sich geltend macht, dass in der weiblichen Blüte sich die Corolle auf das Minimum deduziert. Die oben erwähnte *Valeriana dioica* hat sich in dieser Hinsicht als zweihäusige Art vollständig stabilisiert.

D. Das Eichen (Ovulum).

S. 1039, Z. 3. Die Eichen der *Torenia asiatica* L. (Scrophular.) besitzen einen Embryosack, welcher ganz nackt aus der Mikropyle hervortritt, mit der verschmälerten Hinterpartie aber im Nucellus stecken bleibt.

S. 1039, Z. 27, n. d. W. »Armeria«: *Statice*, *Mesembryanthemum*, *Hypoxis*,

S. 1039, Z. 42. Nicht weniger merkwürdig sind die Eichen und schliesslich die Samen der abgebildeten *Acacia australis* Domin (Fig. 79) aus Australien in Queensland. Die Samen sind in einem vertieften Lager eingebettet und der überaus lange Funiculus zieht sich am Klappenrande längs zweier Samenlager hin. Zuletzt springt die holzige Hülse auf und die fast viereckigen, schwarzen, an der Basis in einen trichterförmig erweiterten Arillus eingefügten Samen hängen an dem fadendünnen Nabelstrang herunter. Lange Nabelstränge weist auch die *Cassia timorensis* Dec. auf.

S. 1042, Z. 34. Wir können immerhin nur der Meinung Nawaschins beipflichten, dass dieser Prozess bei den systematisch weit entfernten Pflanzentypen auf verschiedene Art und Weise verlaufen kann.



Fig. 79. **Acacia australis** Domin. Die holzige, aufgesprungene Hülse, mit an langen Nabelsträngen herabhängenden Samen, in natürl. Grösse. (Original.

S. 1046, Z. 30, n. A. Es wäre auch ratsam, jene Fälle, wo der Fruchtknoten zwischen den Griffelarmen offen bleibt, näher zu untersuchen (Resedaceae, Passifloraceae — S. 962). Sehr interessante Verhältnisse weisen in dieser Beziehung einige *Polygonaceen* auf. Dieselben, wie bereits (S. 975) erwähnt wurde, enthalten im dreikarpelligen Fruchtknoten bloss ein einziges Eichen, welches scheinbar wie eine Terminalknospe die Blütenachse abschliesst. Bei *Rheum* zeigt das letztere zwei scharf abgegrenzte Integumente (Fig. 80) und im Innern einen Nucellus, welcher zur Zeit der Befruchtung sich dermassen emporstreckt, dass er zuletzt aus der, in der Mitte zwischen den 3 Griffeln

sich befindlichen Öffnung hervortritt. Zu dieser Zeit pflegt derselbe auch mit einem Tropfen von Flüssigkeit bedeckt zu sein, um die Pollenkörner aufzufangen, die sodann in das Nucellargewebe direkt herunterkeimen. Baillon beschreibt diese sonderbare Bestäubungsart eingehend und nennt die auf diese Weise eingerichteten Fruchtknoten »ovaires acropylés«. Es frägt sich nun, wozu bei dem *Rheum* die Narben so stattlich entwickelt wären, wenn sie bei dem Bestäubungsprozess keine Rolle spielen würden.

S. 1047, Z. 32. Den neueren Beobachtungen Nawaschins gemäss muss man auch den Antherozoiden eine gewisse Beweglichkeit zusprechen.

S. 1050, Z. 8, n. d. W. »carica,«: *Xanthoxylum Bungei*

S. 1051, Z. 13. Wenn eine *Ardisia* (Fig. 81) zur Keimung gelangt, so treten aus dem Samen alle Embryonen hervor, indem sie mit den Keim-



Fig. 80. **Rheum australe.** 7) Der Fruchtknoten mit dem zwischen den Narbenschenkeln vortretenden Eichen, 5) dasselbe im Durchschnitt, 6) das Eichen mit 2 Integumenten und mit den Pollenkörnern am Nucellus. (Nach Baillon.)

blättern im Endosperm stecken, vermittels des haarigen Hypokotyls aber den Samen wie auf Stelzen aufrecht tragen.

S. 1053, Z. 27, n. A. Shibata und Miyake haben neulich auch an *Houttuynia cordata* (Saururac.) eine echte Parthenogenese beobachtet in derselben Weise, wie bei der Gattung *Alchemilla*. Auch bei dieser Art gelangen die Pollenkörner niemals zur vollständigen Entwicklung.

E. Die Bestäubung.

S. 1061, Z. 10, n. A. Den amerikanischen Botanikern möchte ich anempfehlen, diejenigen *Potamogeton*-Arten ihrer Heimat sorgfältig zu beobachten, welche einesteils emporgetauchte, andernteils untergetauchte Blütenähren erzeugen, um festzustellen, auf welche Art und Weise hier die Bestäubung vor sich geht.

S. 1065, Z. 42, n. d. W. »Tradescantia,«: Vanilla,

S. 1069, Z. 2, n. A. Die sorgfältigen Beobachtungen Güntharts an den Familien der *Cruciferen*, der *Crassulaceen* und der Gattung *Saxifraga* bestätigen übereinstimmend die Anschauung, dass die Art und Weise der Bestäubung der betreffenden Pflanze, wenn sie auch in den meisten Fällen den entomophilen Charakter offenbart, an verschiedenen Standorten verschieden vor sich gehen kann, dass sogar die Proterandrie in die Proterogynie sich umwandeln kann und dass die Dichogamie in den genannten Verwandtschaften als eine Erscheinung neueren Datums aufzufassen sei. Diese Ergebnisse sind beachtenswert und bezeugen ganz klar, dass allgemeine Regeln bezüglich der Bestäubungsweise der Pflanzen allzuhäufig schwerlich festzustellen sind. Es ist von Interesse, dass Günthart zu derselben Erkenntnis gelangte, dass alle entomophilen Arten der genannten Verwandtschaft auch autogamisch befruchtet werden können.

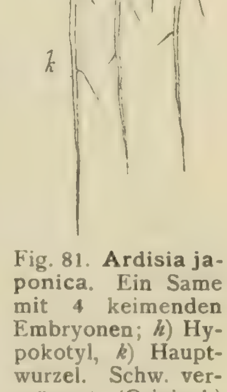


Fig. 81. **Ardisia japonica.** Ein Same mit 4 keimenden Embryonen; *h*) Hypokotyl, *k*) Hauptwurzel. Schw. vergrössert. (Original.)

S. 1070, Z. 25. Hiezu vermag ich die eigene Beobachtung beizufügen, derzufolge im Sommer des Jahres 1911, wo 5 Monate lang kein Regen sich einstellte und die Wärme einen tropischen Charakter erlangte, die *Impatiens noli tangere* in Mittelböhmen während dieser Zeit bloss kleistogame Blüten erzeugte. Nachdem alsdann, im Herbst, die ersten Regen niederfielen, erschienen auch sofort an den gleichen Stöcken chasmogame Blüten.

S. 1071, Z. 7, n. A. Bei verschiedenen *Viola*-Arten wurden auch beträchtliche Reduktionen in den Staubblättern (d. h. Entwicklung von bloss 2—3 Antheren oder gänzliche Verkümmerung derselben) beobachtet.

S. 1072, Z. 15, n. d. W. »setifolius,«: Impatiens noli tangere, Specularia perfoliata, Salvia cleistogama, Collomia grandiflora u. a.

S. 1072, Z. 33 Hiemit stände auch die oben erwähnte Beobachtung an *Impatiens noli tangere* im Einklange.

S. 1072, Z. 39. Als Beleg hiezu dürfte hier ein merkwürdiger Fall, welcher sich in unserem Garten zugetragen hat, dienlich sein. In einer wilden Hainpartie wuchsen und gediehen kräftig zahlreiche Stöcke von *Digitalis ambigua*, sämtlich mit normalen, chasmogamen Blüten. Erst nach 9 Jahren erschienen plötzlich einige Stöcke mit kleinen, geschlossenen Blüten, welche habituell lebhaft an eine *D. viridiflora* erinnerten. Es waren dies typisch kleistogame Blüten an Individuen,

welche ein Jahr vorher schöne, grosse, chasmogame Blüten entwickelten.

S. 1073, Z. 33. In der Umgebung von Mnichovic bei Prag entfaltet die *V. hirta* die prächtigsten Blüten schon Mitte März, besonders an den südlichen, besonnten, buschigen Anhöhen — also zur Zeit, wo die übrige Vegetation noch in tiefem Winterschlafe sich befindet und in der Nacht der Frost 2—8^0 C erreicht, wo tagsüber kein einziges Insekt fliegt und kriech.t In den Corollenspornen fand ich immerhin allenthalben reichlichen Nektarvorrat.

S. 1074, Z. 43, n. d. W. »Kelch«: und bloss mit 2—4 Staubblättern

S. 1075, Z. 32. Aus anderen Familien sind interessante Beispiele an einigen tropischen *Ficus*-Arten, an *Lycopus virginicus*, *Begonia hypogaea* u. s. w. bekannt.

S. 1077, Z. 15. Bei *Hordeum sativum* var. *distichum* treten dann und wann entwickelte Ähren aus der Blattscheide hervor und lassen auch die auf langen Fäden beweglichen Antheren mit gesundem Pollen zum Vorschein gelangen, obwohl sich die Spelzen nicht öffnen und den Fruchtknoten samt Narben dauernd einschliessen. Wie hier die Kopulation bewerkstelligt wird, ist mir zur Zeit nicht bekannt.

S. 1081, Z. 16. Noch auffallender als die Antheren pflegen die gefärbten Narben mancher Gramineen zu sein. Am häufigsten sind sie braun, schwärzlich, rot und violett gefärbt, und wenn sie mächtig entwickelt sind, so stechen sie aus der Ferne in die Augen (Tripsacum dactyloideum, Spodiopogon sibiricus u. a.).

S. 1081, Z. 38, statt des Wortes »Folge« ist zu setzen: Ursache

S. 1082, Z. 4, n. d. W. »Polygonum,«: Oxalis, Caladium, Coleus

S. 1082, Z. 8. Die jungen Terminalknospen der exotischen *Shorea compressa* (Dipterocarp.) sind in grosse Nebenblätter eingehüllt, welche in roter Farbe prangen. Die jungen, beblätterten Ästchen von *Maniltoa gemmipara* (Legumin.) hängen schlaff herab und sind rein weiss und hiedurch auf grosse Entfernung sehr auffallend. Erst später richten sie sich auf und vergrünen die Blätter allmählich. Die Gattung *Braunea* erzeugt ähnliche Jungsprosse, aber von schön roter Farbe.

S. 1083, Z. 38, n. d. W. »Elaeagnus,«: Shepherdia argentea,

E. Embryo, Same, Frucht.

S. 1091, Z. 12. Die Ruminierung des Endosperms ist lediglich als Mittel zur leichteren Zufuhr der Nährstoffe zum bereits sich bildenden Speichergewebe anzusehen.

S. 1094, Z. 37. An manchen Samen reduziert sich hingegen die Testa auf ein überaus feines und kaum bemerkbares Häutchen, welches das

Endosperm überzieht. Als derartiges Beispiel können hier die runden Samen der *Veronica hederaefolia* angeführt werden (Fig. 82), deren Testa aus einer, nur bei grosser mikroskopischer Vergrösserung deutlichen, zuletzt sich abschälenden, die Aussenwände der einschichtigen, kleinen Zellen enthaltenden Haut besteht. Die grossen, dickwandigen Endospermzellen heben sich von den kleinen Testazellen auffallend ab. Die Testahaut dieser Pflanzenart verschwindet makroskopisch zuletzt vollständig. Die Ausbildung der Testa steht durchweg im Verhältnisse zum Endosperm, zum Perikarp und zum Embryo. Wenn ein hornartiges, mächtiges Endosperm entwickelt ist, so pflegt die Testa nur schwach vorhanden zu sein, weil sie in einem solchen Falle überflüssig wäre. Wenn das Perikarp oder das Endokarp fest und stark ist und dadurch dem Samen ausgiebigen Schutz gewährt, so wird die Testa bedeutungslos und erscheint infolgedessen als feines oder rudimentäres Häutchen. Dies hat allerdings bloss für die Schliessfrüchte Giltigkeit. Wenn hingegen die Samen aus einer mehrsamigen, aufspringenden Trockenfrucht herausfallen und endospermlos sind, so ist natürlich der Same von einer festen Testa versorgt (Pisum, Bertholletia, Aesculus, Brassica).

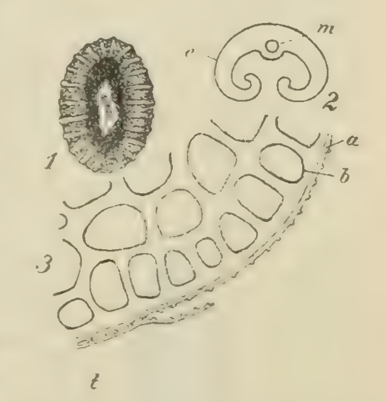


Fig. 82. **Veronica hederaefolia L. 1) Same, von unten, etwa 4mal vergr., 2) derselbe im Durchschnitt, 3) stark vergr. Durchschnitt durch das Endosperm und die rudimentäre Testa; *e*) Endosperm, *m*) Embryo, *a*) Zellwände als Überrest nach der Testa, *t*) einschichtige Testa, deren obere Zellwände sich abreissen, *b*) mächtige Endospermzellen. (Original.)**

Vergleiche hiezu die speziellen Arbeiten bei Chatin (Ann. d. sc. nat. 5, I) oder bei Grönland und Lange (Bot. Tidskr. IV).

S. 1094, Z. 43. Ein sehr schönes und lehrreiches Beispiel derartiger Samen liefert uns die exotische Cucurbitacee *Zanonia macrocarpa* Bl., deren mehrere Meter lange, lianenartige, holzige Stämme hoch an den Bäumen der Urwälder hinaufklettern. Aus den kopfgrossen Früchten fallen zur Reifezeit flach-gedrückte, grosse Samen aus, welche von sehr breiten, höchst fein-scariösen Flügeln berandet sind, so dass sie grossen, 8—10 *cm* breiten Schmetterlingen ähnlich werden. Wenn sie fliegen, so beschreiben sie in der Luft elegante Schraubenlinien.

S. 1096, Z. 22, n. d. W. »Physostigma,«: ***Mucuna***

S. 1096, Z. 30. Sehr interessant ausgebildete Samen besitzt in dieser Hinsicht die Gattung *Palaquium* (Sapotac.). Dieselben sind ellipsoidisch (Fig. 83) und sind von einer fest-knorpeligen Testa umgeben. Mehr

als die Hälfte der ganzen Samenoberfläche ist matt (*a*) — es ist das eigentliche Hilum —, die kleinere Hälfte der Samenoberfläche ist aber kastanienbraun und glänzend (*b*). Innen ist ein Embryo mit 2 fleischigen Keimblättern ohne Endosperm eingebettet.

S. 1097, Z. 23, n. d. W. »luteus«: *Adenanthera Pavonia*

S. 1097, Z. 40, n. d. W. »Affzelia,«: *Sarothamnus*, *Sindora*,

S. 1098, Z. 11. Viele derselben werden von den Ameisen in die Ameisennester fortgetragen und dort die fleischigen Anhängsel abgenagt. Auf diese Weise werden manche Ruderal- und Waldpflanzen in der Umgebung verbreitet, so dass man fast regelmässig in ihrer Nähe Ameisenkolonien antrifft (Myrmekochoren). Als Beispiele wären *Chelidonium majus*, *Viola silvatica*, *hirta*, *collina*, *Corydalis*, *Sarothamnus*, *Luzula*, *Euphorbia* hier zunächst zu nennen. Näheres hierüber vergleiche bei Pfeiffer, Sernander, Morton. Der erste Zweck der Arillen ist immerhin die Aufsprengung der Trockenfrüchte und die Zerstreuung der Samen.

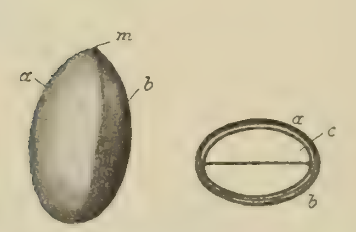


Fig. 83. **Palaquium Treubii** (Java); Same mit einem grossen Hilum (*a*), *b*) glänzende Testa, *m*) Mikropyle, *c*) zwei fleischige Keimblätter, schwach vergr. (Original.)

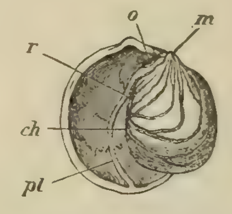


Fig. 84. **Corylus Avellana L.** Die Frucht gespalten, mit dem Samen, welcher aussen von einer scariösen genervten Testa eingehüllt ist, *pl*) Zentralnerv aus der ehemaligen Scheidewand, *o*) das verkümmerte Ovulum, *m*) Mikropyle, *ch*) Chalaza, *r*) Raphe. (Nach Lubbock.)

S. 1099, Z. 40. Harshberger erwähnt eine interessante Viviparie bei *Tillandsia tenuifolia* L. (Bot. Gaz. 1910).

S. 1104, Z. 3, n. A. Der Begriff »Schliessfrucht« stellt vielmehr eine annähernde und lediglich auf äussere Merkmale gegründete Kategorie dar. Im Wesen wären hier eigentlich drei abweichende Fruchttypen zu unterscheiden: 1) die Frucht, welche aus einem einzigen Karpell und ursprünglich aus einem einzigen Ovulum entstanden ist (Ranunculus), 2) die Frucht, welche aus 2—3 Karpellen, beziehungsweise aus einem 2—3fächerigen Fruchtknoten zustande gekommen ist (Cocos), 3) die Frucht, welche aus 2—3 Karpellen mit 2—6 Eichen und aus einem unterständigen Fruchtknoten hervorgegangen ist (Corylus, Quercus, Compositae). Das Resultat aller dieser Fruchtknotenkategorien ist allerdings eine trockene Schliessfrucht, im Innern mit einem einzigen Samen. Als Beispiel einer Schliessfrucht, welche allgemein

und populär als »Nuss« bezeichnet wird, möge hier *Corylus Avellana* (Fig. 84) dienen. Hier ersieht man zugleich, wie es schwer fällt, an einer reifen und eigenartig umgeänderten Frucht alle Bestandteile auf die morphologischen Organe des ehemaligen Fruchtknotens zurückzuführen. Die Haselnuss ist eiförmig, mit einem glatten, steinharten, vorn zugespitzten Perikarp. Oben, unterhalb der Spitze, sind mehr oder weniger deutlich kleine Zähne im Kreise zu gewahren; es sind dies die Überbleibsel nach dem einfachen Perigon am unterständigen Fruchtknoten. Die Nussbasis ist, wie ein Hilum, durch eine flache, kreisrunde Narbe, durch welche sich die Frucht von dem Receptakelgrund abgetrennt hat, gekennzeichnet. Innen ist ein grosser, eiförmiger Same eingebettet, dessen Oberfläche eine braune, scariöse, von den, aus der seitlich situierten Chalazastelle strahlig auseinanderlaufenden Nerven genetzte Testa überzieht. Nächst der Spitze, wo sich die Mikropyle befand, ist ein fester, brauner, trockener Strang angeheftet, welcher sich an eine Seite des Samens anlegt. Es ist dies der Zentralstrang der Scheidewand zwischen den beiden Fruchtknotenfächern. Die eigentliche Scheidewand bricht sich regelmässig vom Strange ab und bleibt der Innenseite des Perikarps angeklebt. Auf der Aussenseite des Strangs, unweit der Anheftungsstelle, bei der Mikropyle ist tatsächlich noch ein winziges, vertrocknetes, zweites Eichen vorhanden (bisweilen auch 2), welches im zweiten Fach dem entwickelten Eichen gegenüber, an der Placenta eingefügt war. Der Same enthält zwei sehr fleischige Keimblätter, zwischen denen an der Samenspitze ein Würzelchen und der aus kleinen Phyllomanlagen gebildete Achsenscheitel zum Vorschein gelangt. Die Haselnuss keimt unterirdisch, wobei aus den, am Grunde ohrenförmig ausgerandeten Keimblättern der aufrechte Stengel über die Erde emportritt. Das erste, am Stengel stehende Phyllom ist als schuppenförmiges Niederblatt entwickelt. Alsdann folgen schon grüne Laubblätter.

S. 1105, Z. 30. n. A. Dem bereits erwähnten *Pteranthus* kann die sonderbare Frucht der Umbellifere *Dicyclophora* (Mesopotamia) zur Seite gestellt werden. Hier entwickelt sich in dem ganzen, mehrblütigen Döldchen nur die Zentralblüte zur Frucht, während die randständigen Blüten samt dem Stiele verholzen und eine Art von Involucrum bilden, dessen Kelche und Brakteen als Widerhaken dienen. Diese zusammengesetzte Frucht trennt sich sodann mit dem Stiele von der Dolde gliederig ab und wird in den Haaren der Tiere in der Wüste vertragen.

S. 1106, Z. 4. Eine erstaunlich umgebildete Form erlangt die Hülse von *Pithecolobium scutiferum* Bnth. (Luzon). Die Hülse erreicht hier eine Länge von 25 *cm*, dieselbe ist von holziger Konsistenz und in 10—12

einsamige Scheiben von 2 *cm* i. D. geteilt. Diese Scheiben sind untereinander vermittels dünner, spiralig gedrehter Stiele verbunden. Zur Reifezeit öffnen sich die Scheiben zweiklappig und lassen den Samen herausfallen.

S. 1106, Z. 9, n. d. W. »Clypeola,«: Zilla, Lonchophora,

S. 1106, Z. 39. Die Caryopse mancher Gräser ist ganz solid, durchsichtig, glänzend, einen Glastropfen getreu nachahmend, an welchem an einem Ende ein kleiner Embryo angeklebt erscheint (Schismus u. a.).

S. 1107, Z. 19. Die trockenen Caryopsen anderer Bambuseen sind im Gegensatz zu den übrigen Gramineen von einer scharf differenzierten, braunen, am Scheitel in eine feste, der Griffelbasis entsprechende Spitze übergehenden Perikarpschicht eingehüllt (Dendrocalamus strictus u. a.).

S. 1108, Z. 43, n. A. Schon auf Seite 973 haben wir davon Erwähnung gemacht, dass die Zentralplacenta zuweilen mächtig entwickelt ist, und wenn sie nebst den Karpellen zur Reife verholzt, als ein eigentümliches Organ nach der Absprengung der Klappen an der Blütenachse stehen bleibt. Ein merkwürdiges Beispiel hiezu bietet uns die in den Tropenländern bekannte Meliacee *Cedrela odorata* L. (Fig. 85). Hier lösen sich die 5 holzigen Klappen ab und die fünfkantige Zentralplacenta bleibt als eine feste Säule am Fruchtstiele stehen, auch dann, wenn die Samen ausgefallen sind.



Fig. 85. Cedrela odorata L. Aufgesprungene, holzige Fruchtkapsel, mit zentraler, säulenförmiger Placenta, in natürl. Grösse. (Original.)

S. 1109, Z. 30. An einigen *Aristida*-Arten (A. plumosa L., A. ciliata Dsf.) sind noch andere, der leichteren Verbreitung angepasste Vorrichtungen anzutreffen. Die Granne ist gleich der Stipa federig behaart, am Grunde jedoch, wo dieselbe röhrig zusammengewickelt ist und wo sie zuletzt gliederig abfällt, treten überdies 2 lange, dünne, seitliche Grannen hervor, welche den zwei Stipeln an der Blattscheide ähnlich werden.

S. 1109, Z. 35. Die Ähnlichkeit mit den Stipa-Früchten tritt in noch grösserem Masse bei der Art *Er. glaucophyllum* L'Her. in der Weise hervor, dass die lange Granne abstehend federig behaart ist.

S. 1110, Z. 16, n. A. Einen merkwürdigen Schleuderapparat besitzt ferner die Gattung *Cuphea* (Lythrac.) in ihren Früchten. Zur Reifezeit zerreisst nicht nur der röhrenartige Kelch am Rücken, sondern auch die dünnhäutige Kapsel in der Rückenlinie dergestalt, dass durch die so entstandene Spalte die lange, massive Placenta elastisch rückwärts hervorspringt und somit die an derselben sitzenden Samen auseinanderschleudert.

S. 1112, Z. 6, n. d. W. »Sparganium,«: Nipa fruticans,

S. 1113, Z. 7, n. A. Eine spezielle Aufgabe fällt jenen Früchten zu, welche der Keimpflanze im lockeren Boden als Stütze dienen und, wenn die Pflanze einjährig ist, was grösstenteils vorkommt, mit derselben ihr ganzes Leben lang in Verbindung verbleiben. Derartige Pflanzenarten zählen ausnahmslos zur xerophilen Flora der Sandwüsten, dürren Felsenformationen oder trockenen Steppen und des trockenen Flachlandes überhaupt. Als Repräsentanten mögen hier verschiedene *Medicago*-Arten, die einjährigen *Onobrychis*-Arten (O. cretica, O. caput galli), *Tribulus*, *Pteranthus echinatus* und vor allem die charakteristische *Neurada procumbens* L. (Fig. 22, Taf. II) angeführt sein.

Die genannte *Neurada* ist eine einjährige, ziemlich zarte, hingestreckte, an der ganzen Oberfläche weiss-filzige Rosacee, welche in den Sandwüsten des Orients allgemein verbreitet ist. Ihre Fruchtreceptakel (vergl. S. 729) sind kreisrund, fast durchweg einsamig, unten flach und glatt, oben aber kegelig gewölbt und hier mit zahlreichen Stacheln besetzt, vermöge welcher die Frucht an Kleidern oder am Tierhaare leicht anhaften und in die Ferne vertragen werden kann. Diese Früchte sind ausserdem steinhart und durchaus trocken. Wenn die junge Pflanze aufkeimt, nach oben die zwei kahlen, flachen Kotylen emporstreckt und die feine Hauptwurzel in die Erde heruntertreibt, so findet dieselbe in der deckelartigen Frucht, welche am Boden liegt, nicht nur eine feste Stütze, sondern auch ausgiebigen Schutz gegen allerlei, von oben herkommendes Unheil.

Die Früchte der Gattung *Medicago* sind entweder kugelig und verschiedenartig igelstachelig (M. tribuloides, M. turbinata) oder flach zusammengedrückt und kahl, einem Geldstück ähnlich (M. scutellata, M. orbicularis), alleweil aber spiralig eingewunden und mehrsamig. Wenn eine derartige Frucht keimt, so spielt hiebei die feste Konstitution derselben eine gleiche Rolle, wie bei der Neurada. Es ist sonderbar, dass aus der Frucht bis 10 Keimlinge hervorkommen, von denen selbstverständlich nur ein einziger sich erhält und zu einer vollständigen Pflanze heranwächst. Man würde, wie bei Neurada und Onobrychis, vielmehr in der ganzen Frucht bloss einen Samen erwarten (vergl. bei Lubbock, Fig. 271). Dass die Lebensdauer der Pflanze mit der beschriebenen Fruchtvorrichtung im Zusammenhang steht, geht aus der Tatsache hervor, dass alle derartige Früchte erzeugenden Arten einjährig sind, während die perennierenden Arten (M. falcata u. a.) bloss spiralig gedrehte Hülsen tragen. Die einjährige M. lupulina kommt nicht in Betracht, weil ihre auf der Infloreszenzachse sitzenden Hülsen klein, achänenartig, einsamig ausgebildet und, wie die Achänen, zur Verstreuung bestimmt sind.

Die bereits geschilderte Fruchtadaptation bei der Aufkeimung hat die gleiche Bedeutung wie die fersenartigen Auswüchse am Hypokotyl (S. 39). Weil die Neurada-, Pteranthus-, Medicago- und Onobrychis-Früchte von sehr fester, fast knochenartiger Konsistenz sind, so verwesen sie nicht, sondern verbleiben das ganze Leben der Pflanze über in Verbindung mit derselben, und so treffen wir sie auch an allen Herbarexemplaren.

S. 1113, Z. 23. Noch auffallender hat sich diese Differenz in den Früchten mancher *Calendula*-Arten ausgestaltet (Fig. 86). *C. aegyptiaca* Dsf. z. B. entwickelt die im Köpfchen randständigen Achänen in einer eingekrümmten, geschnäbelten, aussen stacheligen Form, während die inneren rundlich-kahnförmig, mit zwei breiten, häutigen Flügeln versehen sind. Es sind demnach die ersteren zum Anhaften, die letzteren zum Fliegen eingerichtet. Vergl. hiezu auch die Arbeiten von Nicotra und Paglia.

S. 1113, Z. 30, n. A. Die Früchte brauchen zu ihrer vollkommenen Ausreifung einen verschieden langen Zeitraum, obwohl die meisten in derselben Sommersaison oder höchstens in einem Jahre ihre vollständige Entwicklung erlangen. Manche Krautpflanzen reifen binnen 2—3 Wochen und sind imstande, in einem Sommer mehrere Samengenerationen nacheinander zu produzieren. Die Früchte von *Cocos nucifera* reifen ein Jahr lang, die Früchte von *Lodoicea Seychellarum* 10 Jahre lang, die grossen, mit etlichen Millionen kleiner Samen angefüllten Fruchtkapseln der exotischen *Orchideen* (Anguloa Roezlii, Odontoglossum grande) reifen in 2 Jahren. Dieser lange Reifungsprozess dürfte durch die enorme Menge von Nährstoffen oder durch die grosse Anzahl von Samen seine Erklärung finden. Die zweijährigen Früchte mancher Koniferen (Juniperus communis, Cupressus sempervirens, Pinus-Arten) lassen sich dadurch erklären, dass der Pollenschlauch fast ein ganzes Jahr zur Eizelle vordringen muss.

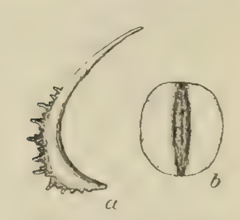


Fig. 86. **Calendula aegyptiaca** Dsf. Verschiedenartig ausgebildete Achänen in demselben Köpfchen, *a*) die randständigen, *b*) die inneren; zweimal vergr. (Original.)

Die Evolution der Pflanzen.

S. 1115, Z. 40. Casp. Bauhin (1620) bezeichnete z. B. die Chara foetida A. Br. als Equisetum foetidum sub aqua repens, die Dactylis glomerata L. als Gramen spicatum folio aspero, die Luzula campestris DC. als Gramen hirsutum capitulis psyllii.

S. 1127, Z. 6. Übrigens ist die Lehre von der pflanzlichen Seele keineswegs neu, denn schon Göthe neigte sich dieser Idee zu, Fechner hat die Pflanzenseele angenommen und diesem Thema eine Schrift gewidmet, Hartmann, Famintzin und Koršinskij haben sich in ähnlichem Sinne ausgesprochen, wiewohl sich die Gründe, welche sie aus den physiologischen Lebensprozessen angeführt haben, recht wenig überzeugend erweisen. Für die Existenz der seelischen Energie vermag in erster Reihe die vergleichende Morphologie die besten Stützen zu liefern.

S. 1127, Z. 34, n. A. Der wesentliche Unterschied zwischen dem Vitalismus und dem Materialismus besteht darin, dass der letztere die psychischen Erscheinungen im organischen Körper als das Ergebnis der Tätigkeit oder der Veränderungen des Stoffes ansieht, während der erstere die psychische Energie für ein selbständiges, von selbst existierendes und die Tätigkeit des Stoffes dirigierendes Agens hält. Der Pflanzen- oder Tierkörper wächst zwar aus den mineralischen Bestandteilen der Erde auf, dieses Wachstum dirigiert aber die Psyche, welche schon, bevor sich die anorganische Materie zum organischen Wesen verbunden hat, bevor also ein Tier und eine Pflanze entstanden ist, existierte. Wie und wo diese Psyche im Kosmos lebt und schafft, ist uns nicht bekannt und kaum begreiflich. Der Pantheismus lehrt, sie sei ein Bestandteil der kosmischen Psyche, welche als individuelle Energie jedes organische Geschöpf belebt. Demnach ist auch jeder einzellige Protist mit einer Seele begabt.

S. 1131, Z. 34, n. A. Die materialistische Anschauung will die psychische Energie bloss in das entwickelte Nervensystem verlegen, was zur Folge hätte, dass eben die Protisten als blosse Mechanismen, welche auf das Licht, die Gravitation, den Chemismus u. d. reagieren, anzusehen wären. Diese Deduktionen sind indessen nicht gerechtfertigt, schon aus dem Grunde, weil wir nicht wissen, worin das Wesen der plasmatischen Tätigkeit besteht, und weil die Nerventätigkeit gleichwohl auch eine plasmatische Tätigkeit ist. Wir wissen fernerhin nicht, welche Stufen der psychischen Tätigkeit in den Tieren und in den Pflanzen überhaupt unterschieden werden sollten, um die fortschreitende Entwicklung des menschlichen Psychismus aus dem Psychismus der niederen Geschöpfe abzuleiten. Dass die psychische Energie nicht nur in den Nervenzellen, sondern auch in anderen Zellen enthalten sein kann, erweisen am besten die Geschlechtszellen bei der menschlichen Kopulation, in denen der grösste Teil der psychischen Energie von den Eltern auf das Kind übertragen wird.

Sowie die Protisten mit einer psychischen Energie begabt sind, ebenso ist dies bei den Pflanzen der Fall, obwohl sie keine Nerven besitzen. Im wesentlichen ist es dieselbe Seele, welche im Menschen wohnt und wirkt, wo sie allerdings günstigere Umstände vorfindet, um mittels komplizierter Organe sich zu offenbaren. Der Aufbau der Pflanze ist viel einfacher und von ganz anderer Art und Zusammensetzung, so dass die psychische Energie sich ganz anders nach aussen hin zu manifestieren vermag. Dies ist auch die Ursache, warum wir diese psychische Manifestierung an einer Pflanze nicht verstehen. Die Erlangung der grössten psychischen Potenz im Tierreiche besteht im Bewusstsein, in der Erkenntnis der Wahrheit, der Moral und der Schönheit. Dieses Seelenvermögen tritt am deutlichsten im Menschen zu Tage. Bei der Pflanze kann allerdings schwerlich von einem Bewusstsein gesprochen werden, ebenso wenig von einer Moral. Die Erkenntnis der Wahrheit hingegen kann in der Adaptation zu biologischen Einflüssen einigermassen gesucht werden. Die psychische Perzeption des Schönen scheint hingegen bei der Pflanze in hohem Grade entwickelt zu sein, denn die verkörperten äusseren Formen der Pflanze geben davon das beste Zeugnis ab.

Dass auch bei dem Fehlen jeglichen Nervensystems im Pflanzenkörper die seelische Tätigkeit mit dem Plasma des ganzen Körpers in festem Verbande sich vorfindet, erhellt aus mannigfaltigen Erscheinungen im Pflanzenleben. Ist z. B. die Pflanze an einer Stelle verwundet, so bildet sich sofort ein Callus oder es entstehen neue Knospen, neue Achsen u. s. w. Hiezu sind verschiedene Stoffe aus der Atmosphäre und aus dem Boden notwendig, ganze Gewebe-

systeme, ganze Wurzelgeflechte, sämtliche Blätter, Zweige u. d. müssen in Bewegung gesetzt werden, um das erforderliche Baumaterial zur verwundeten Stelle hinzuführen. Es nimmt daher der ganze Körper an dieser Restauration teil, woraus nun hervorgeht, dass im ganzen Körper nicht nur die mechanisch-chemische, sondern auch die psychische Einheit und Verbindung vorhanden sein muss.

Das Nervensystem in seiner erstaunlichen Zusammensetzung erweist sich bloss als ein Apparat, vermittels dessen die Psyche sämtliche Vorgänge im Körper dirigiert, vermittels dessen sie auch denkt und spricht und welchen sie im Verlaufe der langen Evolutionsperioden aus dem Körperplasma speziell erzeugt hat. Die Materialisten behaupten also, dass das Denken oder die Psyche ein Ergebnis der Tätigkeit im Nervensystem sei, während die Idealisten und Vitalisten annehmen, dass das Nervensystem ein Erzeugnis der Psyche ist — also ganz umgekehrt. Sollten die letzteren recht haben, so muss die Psyche ihre Tätigkeit auch ohne Körper und ohne Nervensystem kundgeben und muss sie auch überhaupt ohne Körper existieren können. Zugunsten dieser letzten Anschauung dürfte die Erfahrung sprechen, dass im somnambulischen Schlafe, wo der Körper mit seinen Sinnesorganen ganz untätig ist, sich die seelischen Fähigkeiten des Menschen in der grössten Potenz entfalten.

Sehen wir am Menschen und gleichermassen an einer Pflanze, wie die innere Psyche für die gesunde Erhaltung der Organisation des Körpers sorgt und sämtliche Organe zweckmässig ernährt, so liegt gewiss der Gedanke nahe, dass der ganze Körper nur ein Erzeugnis der Psyche darstellt. Der materielle Körper einer Pflanze ist gleichsam ein realisiertes Bild der Ideen der inneren Psyche. In Betracht dieses Verhältnisses würde auch das Evolutionsprinzip, welches wir als Ornamentalismus bezeichnet haben, an seiner Bedeutung viel gewinnen. Von diesem Gesichtspunkte aus würde uns auch das Prinzip der Adaptation leicht verständlich sein, denn die innere Psyche perzipiert die biologischen Einflüsse, unter welchen die Pflanze lebt, und trachtet, womöglich die Organisation derselben so einzurichten, um aus den biologischen Umständen allerlei Nutzen zu ziehen oder sich gegen ihre schädlichen Einwirkungen zweckmässig zu schützen. Wenn fernerhin dies alles richtig wäre, so würde daraus auch noch der Schluss folgen, dass die pflanzliche Psyche die Umgebung der Pflanze kennt und die umliegende Natur perzipiert, wenn wir auch zugeben müssten, dass es auf eine andere Art geschehen muss als beim Menschen, welcher zu diesem Behufe speziell angepasste Sinnesorgane benützt.

Nach der materialistischen Auffassung ist jedwede sogenannte psychische Tätigkeit im Tier und in der Pflanze lediglich als passive

Reaktion auf äussere Impulse zu verstehen. Die Vitalisten und Idealisten lassen hingegen die innere Psyche aktiv wirken. Diese aktive Einwirkung wird am besten durch die Bezeichnung »Wille« ausgedrückt. Was alles der Wille im Menschen mit Hinsicht auf die Körperorganisation vermag, ist manchmal erstaunlich, wenn wir verschiedene Fälle aus der praktischen Pathologie, aus dem Gebiete der Suggestion und des Hypnotismus in Erwägung ziehen. Hier darf man nicht mehr Zweifel hegen, dass der Wille am Körper sogar Neubildungen hervorzurufen imstande ist. Wenn nun dieses vorliegt, so muss das Resultat des Willens, wenn derselbe durch Millionen Jahre in einer Richtung einwirkt, noch grösser sein. Dann würde es wohl leicht begreiflich sein, dass sich einzelne Organe am Körper so entwickeln können, wie sie die betreffende Tierart durch unzählige Generationen gewünscht hatte. Die Organe erweisen sich demnach als verkörperte Wünsche des Tiers oder der Pflanze.

Wir sind der Meinung, dass die Naturforscher, welche die organische Evolution auf der Erde begreifen wollen, zuvor die Experimentalpsychologie und den Hypnotismus beim Menschen eingehend studieren sollten. Die Vererbung der gewonnenen Organe, die Anpassung an die Lebensbedingungen, das Verhältnis der psychischen Fähigkeiten der Kinder zu den psychischen Zuständen ihrer Eltern finden ihre Aufklärung nur in diesen Wissenschaften.

S. 1131, Z. 41. Die Geschichte der Naturphilosophie lehrt hinlänglich, dass sie zu allen Zeiten in gleiche Geleise gerät. Es werden dieselben Ideen gefunden und diskutiert und die Sache bleibt sich im Wesen immerfort gleich, möge sie eine andere Form haben oder in eine andere Terminologie gekleidet sein. So hat beispielsweise Darwin die Quelle des Lebens in den Gemmulen, de Vries in den Pangenen, Haeckel in den Plastiden, Altmann und Hertwig in den Bioblasten, Weismann in den Biophoren u. s. w. gesucht. Der Begriff der Seele bleibt uns für immer verhüllt, weil er der transcendentalen Sphäre angehört. Wir müssen uns zuletzt begnügen, wenn wir wissen, dass am Grunde des Lebens etwas existiert, was das Leben bewirkt, was uns jedoch unzugänglich ist.

S. 1132, Z. 33, n. A. Es ist von Interesse, dass gleiche biologische Bedingungen gleich entsprechende organische Vorrichtungen bei Pflanzen aus allen möglichen Verwandtschaften und in allen möglichen Gegenden in allen Kontinenten hervorrufen. So finden wir kaktusartige Formen in der Familie der Asclepiadaceen, in der Gattung Euphorbia, in der Familie der Compositen. Die in weissen Filz gekleideten Arten treten in den mannigfaltigsten Familien auf. Die xerophile Flora ist gleichermassen in den Wüsten Afrikas, Australiens und Amerikas ausgestaltet. Aus dieser Erkenntnis folgt nun der gerechtfertigte

Schluss, dass auch auf anderen Planeten im Weltraum, wo gleichartige physikalische und chemische Verhältnisse sich vorfinden, die Pflanzen und Tiere gleich organisiert sein müssen.

Die Form und die Zusammensetzung einer Pflanze und jedes organischen Geschöpfs überhaupt ist eigentlich als die Resultante einer ganzen Reihe von Kausalitäten in der Vergangenheit anzusehen: der biologischen Einflüsse, der Hybridation, der Adaptation in früheren Generationen (der Erblichkeit), der Länge der Evolution, der Grösse, des Gewichts und der Lage des Planeten, der geologischen Geschichte der Kontinente u. s. w. In diesem Sinne ist auch der Mensch eine notwendige Erscheinung als das letzte Glied in der Kausalitätskette auf der Erde.

Wie die physischen und chemischen Prozesse nach denselben Gesetzen vor sich gehen, mögen sie sich auf der Erde oder auf der Sonne oder auf einem beliebigen anderen Weltkörper abspielen, so scheint der Prozess der organischen Evolution auf allen Weltkörpern den gleichen Gesetzen zu unterliegen, was zur Folge hätte, dass überall dort, wo überhaupt eine organische Evolution stattfindet, analoge Pflanzen und Tiere erzeugt werden sollten, wie hier auf der Erde. Die morphologischen Unterschiede mögen zwar mehr oder weniger bedeutend sein, das Endglied der organischen Schaffung wird immer ein intelligenter Mensch sein. Die Idee der organischen Evolution ist kosmisch und wird unter den verschiedensten Umständen vollführt, und zwar behufs der Erreichung des gleichen Zieles. Die Menschen auf anderen Planeten mögen ganz anders geformte Körper haben, sie werden dennoch zuletzt denken, ihrer selbst und der umgebenden Natur sich bewusst sein und die Unterschiede in dieser psychischen Entwicklung werden bloss quantitativ sein. Die einen werden sich noch im Affenstadium, die der anderen Planeten in unserem Stadium, die der übrigen endlich in einem Zustande befinden, welcher uns erst nach Millionen Jahren zuteil werden wird.

S. 1133, Z. 31. Der Schüler, welcher in seinem Lehrer das vollkommenste Ideal erblickt, ahmt denselben in der Körperhaltung, dessen Gewohnheiten, ja nicht selten in seiner Handschrift nach. Es ist längst bekannt, dass die Eheleute nach Jahren ihres Zusammenlebens auffallend ähnlich werden. Die Verliebten zeigen zuweilen nach einem Jahre gleiche Gesichtszüge. Das im Sinne fortwährend aufbewahrte Bild der Geliebten wird auch äusserlich am Körper des Mannes projiziert. Die Materialisten erklären die Ähnlichkeit der Eheleute in der Weise, dass sie gemeinschaftlich leben, gleiche Speisen geniessen, die gleiche Tagesordnung beobachten u. s. w. Wenn dies richtig wäre, dann müssten auch alle Hagestölze, welche viele Jahre hindurch in einem Gasthause zusammenkommen und dort ihre Kost nehmen, auch ähnlich sein. Dass

starke psychische Affektionen in der Schwangerschaft auch auf das geborene Kind übertragen werden können, ist durch unzählige Fälle wiederholt bestätigt worden. Am Kinde wird die starke psychische Vorstellung eines Objekts im Geiste der Mutter realisiert. Hier ist nun auch der Wink, wie man die Vererbung der gewonnenen oder gewünschten Organe verstehen soll.

S. 1133, Z. 37. Die Mimikris verdanken also ihre Ähnlichkeit mit der Umgebung nicht dem Schutze vor den Gefahren, sondern der Projizierung der inneren Bilder am eigenen Körper. Der Schutz ist erst die sekundäre Erscheinung oder sogar eine Nebensache. Der Eisbär braucht keine Angriffe in den verschneiten Polargegenden zu fürchten und trotzdem ist er schneeweiss gefärbt.

In der allerneuesten Zeit wird unter den Biologen auch von den Pflanzenmimikri gesprochen (die afrikanischen Mesembryanthema, die schlangenartig gefärbten Blattstiele der Araceen, die der Wirtpflanze ähnlichen Loranthaceen u. d.) — die Sache scheint mir jedoch nicht ausreichend erforscht zu sein. Wäre hier derselbe Fall, wie bei den Tieren, vorhanden, dann wäre hiedurch die geistige Tätigkeit der Pflanzen durch einen weiteren Beleg bestätigt.

S. 1137, Z. 18, n. A. In diesem Sinne hat sich auch Möbius in einer Abhandlung (1906) ausgesprochen.

S. 1142, Z. 10, n. A. Die Versuche Vries', durch Reklame gefördert, erregten einige Zeit lang grosses Aufsehen, zumeist jedoch in jenen Kreisen, welche für die floristische und systematische Botanik kein Verständnis haben und bloss in Experimenten und eitlen Spekulationen den Zweck der Wissenschaft suchen. Nach der Begeisterung für Vries hat sich nun die Abkühlung eingestellt und der kritiklose Enthusiasmus der ruhigen Beurteilung dieser Frage Platz gemacht. Es ist indessen auch der Umstand von Interesse, dass die an demselben Material angestellten Kulturversuche in anderen Ländern und von anderen Autoren die Ergebnisse Vries' nicht zu bestätigen vermochten. Und so wird allerdings unserer Anschauung über den Wert der Experimente in der Evolutionslehre eine spontane Anerkennung gezollt. Wenn die Physiologen in der Botanik mehr bewandert wären und insbesondere genügende Erfahrungen aus der Floristik besässen, so würden sie gewiss die Unzulänglichkeit ihrer künstlichen Versuche im Laboratorium und Garten einsehen. Das ungefesselte Schaffen und Walten der pflanzlichen Psyche muss man lediglich in der freien Natur verfolgen. Die Bedingungen, die Gesellschaft und die Szenerie der freien Natur vermag der Experimentator der Pflanze im Garten niemals zu geben.

S. 1142, Z. 26, n. A. Wenn nun schon die Definition einer Tier- oder Pflanzenart sich als unmöglich erweist, indem der Begriff einer Art keiner

reellen und konkreten Sache entspricht und vielmehr nur eine allgemeine Idee, welcher sich einzelne Individuen mehr oder weniger nähern, vorstellt, so ist gleichwohl die Abgrenzung einer Kleinart oder Varietät eine noch schwierigere Aufgabe, weil hier noch geringere Stützpunkte zu Gebote stehen, der Verwandtschaftskreis aus zahlreicheren Mitgliedern besteht und die individuelle Variation den Speciesbegriff immer mehr verwischt. Das Wesen einer Art dürfte lediglich derjenige Forscher endgültig abschätzen, welcher imstande wäre, ihre phylogenetische Entwicklung während der letzten geologischen Perioden zu verfolgen. Dies wird immerhin auch in der entferntesten Zukunft bloss für die wenigsten Arten und nimmer in ganzer Vollständigkeit möglich sein.

S. 1145, Z. 10, n. A. Dass die kleinsten Bakterien als die ersten Erreger des organischen Lebens auf Erden anzusehen seien, bestätigen auch neuere Beobachtungen, denen zufolge manche Bakterien (die sogen. autotrophen Bakterien) den Stickstoff und den Kohlenstoff direkt aus der Atmosphäre aufnehmen können, ohne hiezu das Chlorophyll anzuwenden. Einige von diesen Bakterien vertragen eine hohe Temperatur, bis von 80° C, so dass sie in den ersten Perioden der Erde, wo dieselbe zum grössten Teile noch mit Wasser bedeckt war, wo die Atmosphäre von den zwei genannten Stoffen in Gasverbindungen reichlich erfüllt war und wo die Temperatur selten wann unter 60° C sank, ganz behaglich gedeihen und somit den Ausgangspunkt für andere Bakterien bilden konnten. Es ist ja wohl bekannt, dass die Formplastizität der Bakterien sehr variabel ist, was zur Folge hat, dass aus einer Bakterienform unter Umständen leicht die andere entstehen kann. Als höchstorganisierte Formen dürften mit Recht die, die fadenförmigen Kolonien erzeugenden Arten betrachtet werden. Wenn fernerhin bei den Fadenbakterien auch das Chlorophyll im Plasma behufs rascher und leichterer Ernährung zur Entwicklung gelangt, so erhalten wir den Typus der *Cyanophyceen*, welche nichts anderes als chlorophylltragende Fadenbakterien darstellen. Die Cyanophyceen haben alsdann den fadenförmigen Algen den Ursprung verliehen. Die Fadenalgen, vermöge der Assimilation zur selbständigen Entfaltung ausgestattet, begannen einerseits ihren Körper morphologisch zu differenzieren und hiedurch die ersten Anfänge zum Pflanzenbau anzulegen, andererseits entwickelten sie aus ihren Zellen bewegliche Zoosporen, welche durch mannigfaltige Adaptationen als Zooprotisten sich stabilisierten und die ersten Tierformen zustande brachten. Die Tiere verkürzten ihre Entwicklung durch die Beseitigung der lästigen Assimilation und durch die direkte Anschaffung der Nahrung aus dem Pflanzenreiche, wodurch ihre plasmatische Tätigkeit sich auf die Vervollkommnung der äusseren

und inneren Organisation konzentrieren konnte, und somit vermochten sie sich zu höheren organischen Typen zu erheben. Die gute Hälfte der sämtlichen Lebenstätigkeit der Pflanze besteht in der chemischen Erzeugung organischer Stoffe aus den unorganischen, was wohl den Anschein hat, als ob das Pflanzenreich lediglich zur leichteren Entwicklung des Tierreichs dienlich wäre. Auf diese Weise wäre folgerichtig die gesamte organische Natur auf Erden auf einer Idee aufgebaut — auf der Idee der möglichst raschen Erlangung des beseelten und denkenden Tiers.

S. 1145, Z. 30, n. A. In der letzten Zeit lebten diese Gedanken in den Anschauungen Arrhenius' wieder auf, denen zufolge die kleinsten, organischen Partikeln, augenscheinlich von ultramikroskopischer Natur, sich durch die abstossende Kraft aus der Atmosphäre der Planeten anderer Sonnensysteme ablösen, durch den Weltraum getrieben, von einem Planeten auf den anderen gelangen und auf diese Weise auch auf die Erde geraten. Diese Vermutung erweist sich aber als eine ungerechtfertigte Spekulation, welche eigentlich gar nichts erklärt, weil sie im Grunde das Problem der Erde auf andere Weltkörper überträgt, abgesehen davon, dass die Existenz derartiger Mikroorganismen bisher nicht nachgewiesen ist, und weil es ferner fraglich bleibt, ob derartige Mikroorganismen im wärme- und luftlosen, interstellaren Raum lebensfähig bestehen könnten.

Wenn nun schon an dieser Stelle die, die Herkunft der Organismen berührende Frage aufgeworfen wurde, so sei es uns gestattet, hier unsere Idee auf einer durchaus anderen Grundlage anzuführen. Es ist dies eine chemisch-psychische Idee.

Es ist festgestellt, dass die Atome die letzten Stoffpartikeln vorstellen, welche überhaupt denkbar sind. Allein auch diese Atome ergeben sich als ganze Konglomerate von energitischen Einheiten. Die Atome sind demnach keine Materie, sondern eine Energiekolonie. Daraus würde ferner folgen, dass die ursprüngliche Energie oder die Atome ursprünglich immer gleich sind. Ein Atom, allein dastehend, wirkt in die Umgebung mit gleicher Energie. Kommen mehrere Atome zusammen, so wirken alle aufeinander und die daraus resultierende Sammelkraft hängt von der Zahl, der Lage und der Entfernung der Atome ab. Diese Sammelkraft in ihrer Einwirkung auf die Umgebung heisst allgemein Stoff, und zwar der Stoff in seiner einfachsten Zusammensetzung — Element genannt. Die verschiedenen Elemente können sich auf zweiter Stufe ebenso verbinden und somit neue Stoffpartikeln ausbilden u. s. w. Es werden immer kompliziertere Stoffsynthesen bewerkstelligt, um die verschiedenen Mineralien und anorganischen Materialien darzustellen. Es sind dies die ersten Prinzipien der Chemie.

In einem Minerale sind die Atome durch die gegenseitige Einwirkung in ihrer Energie gehemmt, das Mineral scheint daher ein toter Stoff zu sein. In dem Masse aber, wie man das Mineral in seine stofflichen Bestandteile chemisch zerlegt, werden auch die gehemmten Kräfte entbunden. Dies geschieht regelmässig im Gaszustande der einzelnen Elemente. Die durch keine Energie gebundenen elementären Gase treten im Weltenraum in den strahlenden Zustand, welchen eben die kosmischen Nebel aufweisen. In diesem Zustande sind die Atome oder die Energien ganz frei und am wirksamsten. Hier wird auch die riesenhafte Energie geschöpft, durch welche die heranwachsenden Sonnensysteme ihre Entwicklung vollführen.

Alle diese chemisch-energitischen Prozesse, wiewohl von ungeheurer Intensität und unermesslicher Mannigfaltigkeit, sind von vornherein durch feste Gesetze bestimmt. Diese Gesetze ergeben sich als mathematische Notwendigkeiten, welche aus der Zahl, der Grösse, der Entfernung und der Lage resultieren. Demzufolge muss die Sonnenentwicklung im Kosmos allenthalben gleicherweise verlaufen.

Der organische Stoff ist ebenfalls ein Zusammentreten der Atome und der Elemente. Die Chemie hat erkannt, auf welche Weise dieses Zusammentreten stattgefunden hat, und vermag dieselbe sogar zahlreiche organische Stoffe künstlich zusammenzulegen. Allein kein Chemiker der Welt ist imstande, dem erzeugten Stoff die äussere und innere Organisation und die Lebenskraft zu verleihen. Die vom Chemiker erzeugte organische Materie ist tot und bleibt so stehen, wie sie eben geschaffen worden ist. Wenn indessen die gleiche Materie von einer Pflanze erzeugt wird, so lebt sie, wächst, vermehrt sich, formiert sich aussen und innen. Die chemische Tätigkeit dieser Materie wird also von einer innewohnenden Energie getrieben und dirigiert. Der Chemiker wird hier von der Lebensenergie vertreten, bloss mit dem Unterschiede, dass die Lebensenergie viel gescheiter ist als der Chemiker. Wir müssen daher in jedem lebenden organischen Körper die chemische Energie selbst und die ausserhalb dieser Energie bestehende Kraft — die psychische, organisierende Kraft oder Energie — gut unterscheiden. Die rein chemische Energie erzeugt bloss bestimmte Stoffe unter gleichen Umständen, während die psychische Energie beliebige Stoffe in beliebiger Form und beliebigem Quantum zu erzeugen vermag. Sie kann freilich ebenfalls keine Wunder verrichten, sie ist, wie der Chemiker, auf feste chemische Gesetze hingewiesen, aber sie unterscheidet sich von dem Chemiker so, wie ein chemischer Meister von dem Anfänger.

In Anbetracht dieses Sachverhalts ist der chemische Prozess im organischen Körper nicht das wichtigste und infolge dessen nicht die Entstehung der organischen Materie aus der anorganischen

das bewunderungswerte und das gesuchte, sondern die psychische Energie, welche dieser organischen Materie innewohnt. Was ist diese psychische Energie, wo, wie und wann verbindet sie sich mit einem organischen Embryo? Wenn wir also den Ursprung der organischen Welt suchen, so müssen wir den Ursprung und das Wesen der organischen Psyche suchen. Auf diese Weise zeigt sich die oben gestellte Frage in einem ganz anderen Lichte. Die organische Materie ist die Nebensache, die psychische Energie das erste und wichtigste.

Das Begreifen und die Enthüllung der Herkunft der psychischen Energie liegen aber nicht im menschlichen Vermögen, da dieselben der metaphysischen Sphäre angehören. Es hat bloss den Anschein, dass die psychische Energie ein Bestandteil der kosmischen Psyche darstellt, welche die gesamte Welt nach einer Idee dirigiert, oder dass sie zu der letzteren wenigstens in einem uns unbekannten Verhältnisse sich befindet. Diese psychische Energie beherrscht wahrscheinlich alle kosmischen Körper und verbindet sich allemal mit ihrer Materie, sobald es die Umstände erlauben, um die organische Evolution durchzuführen.

Die ganze Welt würde demnach bloss zwei Energien vorstellen: eine passive, aus welcher die anorganischen Stoffe entstehen, und eine aktive oder intellektuelle, welche die erstere dirigiert und vermöge derselben sich offenbart.

S. 1148, Z. 38, n. A. In der organischen Evolution auf Erden ersieht man eine einheitliche Idee: das Bestreben der belebten Materie, sich zu einem organischen Individuum emporzuheben, welches sich seiner selbst sowie der umgebenden Natur bewusst ist. Das höchste und letzte Erzeugnis der plasmatischen Tätigkeit ist ein Gedanke, ein Urteil. Es scheint einstweilen, dass das Denken vermöge der plasmatischen Tätigkeit im Gehirn die Idee oder das Endziel der ganzen organischen Evolution auf unserem Planeten ist.

Die organische Evolution ist demnach nichts zufälliges, nichts vorübergehendes, wie es die Materialisten behaupten, die überhaupt in der Evolution des ganzen Sonnensystems und aller Gestirne im Weltraum ein zweck- und sinnloses Spiel der Materie erblicken. Wir kennen derzeit die Entwicklungsstadien anderer Sonnensysteme nicht, um eine Vergleichung derselben vorzunehmen und die Richtung sowie das Endziel ihrer Entwicklung festzustellen, wir können nur vermuten, dass diese Sonnenentwicklungen im ganzen Spiralsysteme der Milchstrasse eine einheitliche Entwicklung zusammensetzen und eine Idee erstreben. Zu dieser Annahme sind wir durch die Erfahrung an der uns umgebenden Natur berechtigt, derzufolge alle Erscheinungen ineinander greifen und alle zusammen ein gemeinsames Resultat ergeben.

S. 1149, Z. 22, n. A. Die philosophische Grundlage der organischen Evolution bleibt auf immer unlösbar, mögen die Naturforscher die Frage von welchem Gesichtspunkte aus immer untersuchen, mögen sie die schon enorm angehäufte Literatur durch unzählige andere gelehrte Schriften noch vermehren, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil die organische Evolution in ihrem Wesen sich den exakten Wissenschaften entzieht und in den Bereich transzendentaler Begriffe hineinfällt. Wollte man z. B. die teleologische Bedeutung der organischen Evolution ergründen, so müsste sie von den Hauptideen der alten Philosophie und Theosophie ausgehen, welche zugleich das Grundwesen der Religion aller Kulturvölker ausmachen. Diesen Ideen zufolge bewohnt den Tier- und Menschenkörper (und wir fügen hinzu auch »der Pflanzenkörper«) die Psyche, welche vom Körper unabhängig ist, welche ihn aufbaut und anpasst, welche als Energie unvertilgbar ist und als solche auch nach dem Absterben des Körpers als eigenes Individuum fortlebt. Die vom Körper befreite Psyche erhält alsdann alle Kenntnisse, welche sie im Körper aufgenommen hat, sie ist also im Besitze des Fortschritts, zu welchem sie sich durchgearbeitet hat. Weil es ferner nach dem ewigen und allgemein gültigen Gesetze unmöglich ist, dass irgend etwas im Weltall in erstarrtem Ruhestande verharre, so muss auch die entkörperte Psyche in ihrer Entwicklung fortschreiten und ihre Fähigkeiten und Kenntnisse weiter entfalten. Dies lässt sich jedoch lediglich im materiellen Zustande vollziehen, weil sie vermittels der materiellen Organe auf jedweden Stoff einzuwirken vermag. Sie muss sich also wiederum verkörpern; dieser Prozess wiederholt sich in unzähliger Reihenfolge und bewirkt hiedurch die unendliche Evolution.

Auf diese Weise wird die psychische Evolution nicht allein auf Erden, sondern auch im ganzen Weltall durchgeführt. Die Psyche eines Infusoriums oder eines Pilzes erhebt sich durch wiederholte Einkörperung zu der Vollkommenheit, welche hier auf Erden der Mensch darstellt. Aber auch dann, wenn die Erde untergehen sollte und mit derselben das ganze organische Reich, wird die weitere Evolution des Menschen nicht zugrunde gehen, denn seine Psyche wird dann auf andere, ihrem Entwicklungsstadium entsprechende Planeten übersiedeln, um hier in der Einkörperung fortzufahren. Die Psyche ist ja nicht durch Zeit und Raum beschränkt, denn der weite Kosmos ist zu allen Zeiten ihre Heimat.

Diese im wesentlichen schon von Aristoteles gegründete Lehre (Palingenese, Metempsychose) wurde von einem tiefen Denker, dem Kirchenvater Augustin, eingehend bearbeitet, welcher sie auf die organische Evolution appliziert hat. Vom Standpunkte der positiven Naturwissenschaft ist es wohl eine, durch keine Fakta belegte

Phantasie, aber es ist immerhin nicht ohne Interesse, dass durch diese Lehre die organische Evolution leicht durchsichtig wird und dass sie Einzelheiten auf ganz einfache Weise greifbar wiedergibt. Die positive Naturwissenschaft stösst, wenn sie die Kausalitätenreihe welcher Erscheinung immer verfolgt, allerorts auf solche Hindernisse, wo sie bekennen muss, dass die weitere Nachforschung unmöglich wird. Der Mensch selbst, als das denkende Subjekt, ist ein derartiger Fall, welchen alle positive Wissenschaften zusammen vermöge ihrer normalen Mittel zu erklären nicht imstande sind. Die materielle Welt der positiven Wissenschaften reicht bloss dahin, wo sie unseren Sinnesorganen zugänglich ist; dass es aber in der Natur viele Erscheinungen gibt, welche unseren Sinnesorganen unzugänglich sind, weiss der Physiker, Chemiker, Arzt, Botaniker und Zoolog sehr gut. Nun bildet aber diese Welt der uns unbegreiflichen Erscheinungen das Tor zum metaphysischen Reiche, wohin jeder Forscher gelangt, wenn er die letzten Ursachen irgend eines Problems zu ergründen sich bemüht. Ich möchte glauben, dass die Zukunft die Vereinigung der exakten Wissenschaft mit der alten Philosophie bringen wird, wenn zugleich der unfruchtbare Materialismus der Geschichte der Vorurteile überantwortet sein wird. Die alten Philosophen (Plato, Pythagoras, Buddha) haben das Wesen der Welt besser verstanden als wir, weil sie eine weitere und allseitigere Umsicht hatten als wir, die wir als Fachmänner die Natur bloss in einzelnen Punkten kennen, ihre Gesamtheit jedoch nicht überblicken. Diese Detailarbeit wird allerwärts betrieben und niemand kümmert sich darum, die Früchte derartiger Leistungen von allen Seiten her zusammenzufassen und ein allgemeines Bild der modernen Weltanschauung zu entwerfen. Von den neuzeitigen Weisen nähern sich Kant und Göthe den alten philosophischen Klassikern am meisten.

Dem bereits Gesagten zufolge richtet sich die psychische Evolution nach denselben Gesetzen wie die organische Evolution. Beide verlaufen untereinander parallel, aber die erstere bildet die Grundlage zur letzteren, indem sie die organische Evolution bedingt und als Mittel zum eigenen Nutzen anwendet.

Diese Lehre ermöglicht uns die Einsicht in die Organisation des Weltalls, welches sich in unermessliche Dimensionen nach allen Richtungen hin ringsherum erstreckt, wirbelt vom Leben von Ewigkeit — uns scheint indessen unersteigbar und für uns verloren und gleichsam nicht existierend. Es hat den Anschein, als befänden wir uns auf der elendsten Insel im weiten Ozean, dem Untergang geweiht, um niemals aus diesem Gefängnis herauszukommen und sich des Umgangs mit anderen Bewohnern der übrigen Welt zu erfreuen. Nun wissen wir aber, dass wir Mitglieder der kosmischen Evolution

und eine Falte des kosmischen Lebens sind, dass unsere Kultur, unsere geistigen Errungenschaften unvertilgbar sind, wenn auch die Erde und das ganze Sonnensystem verschwände. Unsere Isolierung ist nur scheinbar, weil wir im körperlichen Zustande mit der übrigen Welt nicht verkehren können, und was unsere Psychen tun, wenn sie einmal die Körper verlassen haben, das wissen wir nicht, oder besser gesagt, das vergessen wir zur Gänze. Die höhere organische Evolution im Menschen wird wahrscheinlich einmal darin bestehen, dass auch der materielle Mensch in seinem Bewusstsein die psychischen Zustände der Vergangenheit aufbewahren und somit imstande sein wird, die kosmische Evolution in ihrer Gesamtheit zu begreifen und zuletzt auch mit gleich entwickelten Lebewesen anderer Weltkörper zu verkehren.

Zu dem allem müssen wir als strenge Forscher bemerken: Gott sei Dank, wenn dieser schöne Traum wahrlich wäre.

S. 1150, Z. 16, n. A. Es ist unbestreitbar, dass in den älteren geologischen Perioden andere Kontinente als zur Jetztzeit existierten, deren Umrisse gar nicht oder bloss annähernd bezeichnet werden können, weil sie mehr oder weniger vom Meere bedeckt sind. Ein solcher Kontinent konnte aber eben den Ausgangspunkt des Menschengeschlechts und seiner Kultur ergeben. Ein derartiger Kontinent von ungeheueren Dimensionen erstreckte sich in den ältesten Zeiten über Südindien, das Indische Meer, umfasste Madagaskar, Mauritius, Südafrika, Australien und die Mehrzahl der Inseln Polynesiens. Dieser fabelhafte Kontinent hat wahrscheinlich schon zur Permzeit seinen Ursprung genommen und dauerte mit einigen Veränderungen in den angeführten Umrissen bis zum Beginn der Eocänzeit. Es war dies gewiss der grösste Kontinent auf unserem Planeten, welcher den grössten Zeitraum überdauert hat. Am Anfang des Eocäns verschwand er unter den Wellen des Ozeans, bloss Madagaskar, Mauritius, einige malaische Inseln, einige Inseln im Stillen Ozean und Australien sind davon bis auf unsere Tage übrig geblieben. Die Umrisse des genannten Kontinents kennzeichnen die vulkanischen Inselketten und zahlreiche Korallenriffe, wie Darwin richtig zuerst bemerkt hat. Die erstaunliche Fauna und Flora von Madagaskar, Mauritius und Australien verweisen auf das hohe Alter und den selbständigen Charakter dieser Festländer. Aber noch viele andere paläontologische und geologische Tatsachen sprechen, wie Hartlaub, Haeckel, Huxley, Andrew, Murray, Wood, Blandford und Wallace scharfsinnig dartun, dafür, dass dieser Kontinent lange Perioden durchgemacht und eine eigentümliche Flora und Fauna hervorgebracht hat. Sclater hat ihn Lemuria genannt. Hier nun ist nach Haeckel die Herkunft des kulturfähigen Menschengeschlechts zu

suchen, welches hier von den ersten Anthropoiden ausgegangen ist. Daher haben sich die arischen und gelben Stämme abgezweigt und sind dieselben in andere Länder ausgewandert, um sich noch weiter in verschiedene Völker zu differenzieren. Nach dieser Theorie lebte der Kulturmensch schon zur Kreidezeit in Gesellschaft der wunderbaren und riesigen Wirbeltiere, so dass das Alter und die Geschichte der menschlichen Kultur keineswegs auf einige Tausende, sondern auf Millionen von Jahren abzuschätzen wäre.

Diese Theorie würde auch mit der Phytogeographie und anderen Wissenschaften im Einklange stehen, denn so viel lässt sich annehmen, dass die etwa zwölftausendjährige Geschichte, welche wir nach den landläufigen Anschauungen bis zu den ältesten ägyptischen Pharaonen oder zur indischen und assyrischen Geschichte auszudehnen pflegen, sich mit dem naturwissenschaftlichen Massstabe nicht vergleichen lässt. Die lemurischen Hauptrassen stellen eigentlich die ursprünglichen Stammarten dar, aus welchen sich alsdann in verschiedenen Kontinenten die einzelnen Menschenrassen entwickelt haben. Solche parallele Menschenarten dürften die afrikanischen Neger, die malaischen Rassen, die gelben asiatischen Rassen, die weissen Europäer, die roten Indianerstämme u. s. w. vorstellen. Die diluvialen Menschen sind ohne Zweifel als ein in den borealen Gegenden zur Tertiärzeit verbreiteter Stamm anzusehen, welcher in der Glazialperiode mit dem Mammut nach Süden auswanderte und schliesslich mit dem Mammut und mit der übrigen diluvialen Fauna gänzlich ausgestorben ist.

— —

Druckfehler im I., II., III. Teile.

Seite	7	Zeile	29	lies Fruchtschuppe statt Fruchtschluppe.
»	168	»	22	lies umgeben statt ungeben.
»	216	unter der Abbildung 144 *a*		lies Schleimkanäle statt Luftkanäle.
»	235	Zeile	32	lies Pilularia statt Salvinia.
»	280	»	11	» wiedergegeben statt wiedergegeben.
»	295	»	12	» Diese statt Die.
»	312	»	5	» kein statt das.
»	319	»	42	» häutigen statt häufigen.
»	322	»	24	» 3—4 *m* statt 80 *cm*.
»	328	»	39	» mehrrippig statt mehr rippig.
»	350	»	23	» 35 statt 33.
»	435	»	36	» intrapetiolare statt interpetiolare.
»	446	»	37	» sei, statt sei.
»	580	unter der Abbildung 369		lies Limnanthemum statt Limnanthenum.
»	592	» » » 375		» angustifolia statt reflexa.
»	595	Zeile	29	lies oder statt und.
»	733	»	4	die Worte »Karpelle« u. »Fruchtblätter« sind nicht im Sperrdruck zu lesen.
»	753	»	35	lies Schuppe (*a*) statt Schuppe (*b*).
»	807	»	11	» dermassen statt so.
»	808	»	20	» sie statt er.
»	808	»	22	» sitzen statt sitzt.
»	834	»	21	» interessant statt Interessant.
»	843	»	5	» durchgeführte statt angeordnete.
»	863	»	24	» äusseren statt inneren.
»	880	»	28	» Petalen statt Sepalen.
»	968	»	25	» Euphorbia statt Crocus.
»	969	»	14	Gestalt (*a*) statt Gestalt (*b*).
»	969	»	17	gerät (*b*) statt gerät (*d*).
»	977	»	17	» anerkennt statt anerkannt.
	1081	»	38	» Ursache statt Folge.
»	1144	»	34	» werden statt werden.

Verzeichnis der benützten und zitierten Literatur.

Abbado M. La Cleistogamia, Atti Soc. ital. Sc. nat. 1909.
Akemine M. Über die Blüte und das Blühen von Oryza sativa. 1910. Japanisch. — Wichtig ist die Beobachtung über die Autogamie der Oryza sativa.
Askenasy M. E. Botanisch-morphologische Studie. Beiträge zur Kenntnis der flachen Stämme. 1872.
Bachmann H. Der Speciesbegriff. Verh. schweiz. naturf. Ges. Luzern. 1906. p. 161—208.
Baillon H. Recherches sur les ovaires acropylés. St. Pétersburg. 1885. 1 pl.
Baur E. Zur Frage nach der Sexualität der Collemaceen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 16.
Beck Günther, v. Managetta. Die Futterschuppen der Blüten von Vanilla planifolia. Sitzber. Kais. Akad. Wien, 1912. 1 Taf.
Béguinot Aug. Il nanismo nel genere Plantago e le sue cause. Nuovo Giorn. Bot. Ital. 1908. p. 205—306.
Behrendsen W. Ueber Saison-Dimorphismus im Tier- u. Pflanzenreich. Berlin 1904.
Beinling H. Untersuchungen über die Entstehung der Adventivwurzeln. Cohns Beitr. Bd. 3. 1883.
Bernhardi A. Über die merkwürdigsten Verschiedenheiten des entwickelten Pflanzenembryo u. ihren Werth für die Systematik, Linnaea 1832.
Bertrand A. Annal. Géol. du Nord XXVIII. (Über d. Ursprung d. Steinkohle.)
Bessey Ernst A. The Florida Strangling Figs. Missouri Botan. Garden 1908.
Beusekom Jan van. On the influence of wound stimuli on the formation of adventious buds on the leaves of Gnetum Gnemon. Trav. Bot. Neérl. 1907. 3 Taf.
Bitter Georg. Vergleichend-morphologische Untersuchungen über die Blattformen d. Ranunculaceen und Umbelliferen. Flora 1897. S. 78.
Blatter E. The pectinate organs of Trapa bispinosa Roxb. Journ. Bomb. Nat. Hist. Soc. 1906. 1 Pl. p. 84—88.
Blodgett Freder. H. The origin and development of bulbs in the genus Erythronium. Bot. Gaz. 1910. 3 tab.
Boodle L. A. On the production of dwarf male prothalli in Sporangia of Todea. Ann. of. Bot. 1908. 1 Taf.
Brandis D. The forest flora of North-, West- and Central-India. London 1874.
Brenner Wilh. Über die Luftwurzeln von Avicennia tomentosa. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 1902. 3 Taf.
Briquet J. Examen critique de la théorie phyllodique des feuilles entières chez les Ombellifères terrestres. Bull. Herb. Boiss. 1897.
Bruchmann H. Das Prothallium von Lycopodium complanatum L. Bot. Ztg. 1908. p. 169—181.
— Von den Wurzelträgern der Selaginella Kraussiana A. Br. Flora 1905.
— Vom Prothallium der grossen Spore u. d. Keimesentwickelung einiger Sellaginella-Arten. Flora 1908.
Brundin. Über Wurzelsprosse bei Listera ovata. Svens. Veten. Akad. Handl. 1895.
Buch Hans. Über die Brutorgane der Lebermoose. Helsingfors 1911. 3 Taf. 69 S.
Buchenau F. Zur Morphologie von Hedera helix. Bot. Ztg. 1864.
Buchet S. et *Gatin C. L.* Un cas de polyembryonie chez le Triglochin palustre et une germination anormale chez l'Arisarum vulgare. Bull. Soc. Botan. 1908. p 164—169.
Buscalioni L. e *Muscatello G.* Fillodi e fillopodi. Atti Academ. Catania 1908. 5 Tab. II. part.
Butters Fred. K. The seeds and seedling of Caulophyllum thalictroides. Minnesota Botanical Studies. Minneapolis 1909. 5 Tab.
Campbell D. H. The embryo-sac of Pandanus. 1911. Ann. of Botan. 2 Taf. — Bestätigt unsere Anschauung über d. hohe Alter dieser Gattung (S. 892).

De Candolle Pyram. Aug. Mémoire sur la famille des Ombellifères. Paris 1829.
Carlet G. Observations sur l'inflorescence. Paris 1872.
Carrière S. Rev. Horticole 1870—1871. Les abnorm. du Prunus avium.
Čelakovský L. Das Reductionsgesetz der Blüthen. Sitzungsber. d. Kgl. Böhm. Ges. d. Wiss. Prag 1894.
— Linnés Antheil an d. Lehre von d. Metamorphose d. Pflanze. Botan. Jahrb. Bd. 6. 1885.
Chandler Bertha. Utricularia emarginata Benj. (Keimung u. s. w.). Ann. of Bot. 1910. 1 Tafel.
Chauveaud M. G. Le type Cycadéen et la phylogénie des Phanérogames. Bull. Soc. Botan. France, 1912. S. 10. Die Anatomie von Sphenophyllum u. Cryptomeria behandelt.
Chifflot M. Sur quelques variations du Monophyllaea Horsfieldii (häufig auch 2 Keimblätter vorhanden). C. R. Acad. Sc. Paris 1909.
Chodat Robert. Etude critique et experimentale sur le Polymorphisme des Alges. Genève 1909. 23 pl.
Clos M. D. Des racines caulinaires. Mém. Acad. Sc. Toulouse. 1883. Tab. 2.
— La feuille et la ramification dans la famille des Ombellifères. Mém. Acad. Sc. Toulouse, 1874.
— Des éléments morphologiques de la feuille chez les Monocotylés. Toulouse 1875.
— Monographie de la Préfoliation. Mém. Acad. Sc. Toulouse. 1870. p. 48.
— Des stipules et leur rôle à l'inflorescence et dans la fleur (Morphol. comparée et taxinom). Mém. de l'Acad. des Scienc. Toulouse.
— De la partition des axes et des causes modificatrices de la position primitive des feuilles. Mém. Acad. Sc. Toulouse, 1885.
— Des organes intermédiaires entre la racine et la feuille et l'appareil végétativ des Utriculaires. Mém. Acad. Sc. Toulouse. 1882.
— Variations ou anomalies des feuilles composées. Mém. de l'Acad. des Scienc. Toulouse. 1876.
— La feuille florale et le filet staminal. Mém. Acad. des Scienc. de Toulouse. T. IX.
Compton R. H. The morphology and anatomy of Utricularia brachiata. New Phytol. 1909.
Conwentz H. Dr. Über aufgeloste und durchwachsene Himbeerblüthen. Nov. Acta Leopld. Carol. Akad. d. Nat. Dresden 1878, 3 Taf.
Cook Melv. Th. Development of the embryo-sac and embryo of Castalia od. and Nymphaea adv. Bull. Torrey Club 1902.
— The embryology of some Cuban Nymphaeaceae. Bot. Gaz. 1906.
— The embryology of Sagittaria lancif. Ohio Nat. 1907.
Cooper William S. Reproduction by layering among Conifers. Bot. Gaz. 1911.
Czwettler Fr. O palistech. Prostějov 1910.
Dalmer Moritz. Die neueren Versuche eine allgemeine Morphologie der Pflanzen zu begründen. Weimar 1893.
Dammer U. Zur Morphologie der Eriogoneen. Ber. d. Deutsch. Bot. Gesel. 1889. Engl. Pflanzenfam. 1889.
Daněk Gustav. Morphologische und anatomische Studien über die Ruscus- u. Danae-Phyllokladien. Beihefte z. Bot. Zentralbl. 1912. 3 Taf. 50 S.
Dangeard P. A. Recherches sur la reproduction sexuelle des Champignons. R. s. l. r. s. des Ascomycétes. R. s. l. r. s. chez les Basidiomycétes. Botaniste.
Deane W. Euphorbia Cyparissias in fruit (tragt selten wann Früchte). Rhodora 1910.
Diels L. Monographie Droseraceae im Englers Pflanzenreich Leipzig 1906.
— Blattrhizoiden bei Drosera. Ber. Deutsch. Bot. Ges. Berlin 1906.
I. u. W. Docters van Leeuwen-Reijnvaan Über d. unter Einfluss eines Coeciden entstandene Umbildung d. oberird. Triebe von Psilotum triq. Berichte d. Deutsch Bot. Gesel. 1911.
Docters van Leeuwen Dr On the distribution on the seeds of certain species of Dischidia by means of a spec of ant Ir myrm. Akadem. von Weten. Amsterdam. 1911
W. Docteurs van Leeuwen Über die vegetative Vermehrung von Angiopteris evecta. Annal. Jard. Buitenzorg 1912. 1 Taf.
Dutailly M G Recherches organogéniques sur les formations axillaires chez les Cucurbitacées. Assoc. franc. pour l'avanc. des scienc. Paris 1877. Pl. 2.
— Recherches anatomiques et organogéniques sur les Cucurbitacées et les Passifloracées. Ass. franc. pour l'avanc. des scienc. Paris 1879. Pl. 4

Duval-Jouve M. J. Sur la nature morphologique de l'arête des Graminées. Bull. Soc. Bot. France 1864. Sur quelques tissus de Joncées, de Cypéracées et de Graminées. Bull. Soc. Bot. France 1871.
— Sur la signification morphologique d'une anomalie que pres. les utricules de quelques Carex. Bull. Soc. Botan. de France 1864. 1 pl.
Domin Karel. Morfologická studie o kalíšku a číšce Rosaceí na základě sezelenalých květů u Potentilla aurea. Rozpr. Akadem. věd. Praha 1912, 3 tab.
— Morphologische und phylogenetische Studien über die Stipularbildungen. Annal du Jardin Botan Buitenzorg, Leide 1911. pag. 320, 11 tab. — Příspěvek k morfologii listu rostlin dvouděložných. Čes. Akadem. Praha 1911. p. 24, 5 tab.
— Několik poznámek o přizpůsobování (oekogenesi) jako příspěvek k nauce vývojové. Klub přírodov. Praha, 1911.
— Morfologická a fylogenetická studia o čeledi Umbellifer. Rozpr. Čes. Akadem. Praha 1908, 1909. 4 tab. Mit deutsch. Resumé.
Duval-Jouve J. M. Histoire naturelle des Equisetum de France. Paris 1864. 10 pl. p. 274. 4°.
Dufour L. Etude des feuilles primordiales de quelques plantes. Rev. gén. Bot. 1910. 3 tab.
Duchartre P. Éléments de Botanique. Paris 1866. 2 vol.
Eggers E. Kleistogamie einiger westindischer Pflanzen. Beih. z. Bot. Centralbl. 1881.
Eichinger A. Polyembryonie bei Pflanzen. Naturw. Wochenschr. 1910.
Ekstam O. Zur Kenntn. d. Blüthenbestäubung auf Nowaja-Semlja. Vetensk. Acad. Fördl. 1894. — Einige blüthenbiol. Beobacht. auf Spitzbergen. Tromsö Museum, 1898.
Engler A. et *Krause K.* Über d. anatom. Bau d. baumartigen Cyperacee Schoenodendron Bücheri Engl. aus Kamerun. Berlin 1911. Abh. Kön. Preuß. Akad. 2 Taf.
Engler A. Vergleichende Entwickelungsgeschichte der Pflanzenorgane von K. Goebel. — Ein Referat in Encykl. d. Naturwiss. Breslau 1883.
— Über monströse Blüten v. Barbarea vulgaris. Flora 30. Jahrg. 1 Taf. Regensburg.
Evans W. Edgar. Effect of Environment on the Hypocotyl in the genus Luzula. R. B. G. Edinb. 1907. pl. 1.
— On the further development during germination of Monocotylous embryos. pl. 2. Notes R. B. G. Edinb. 1909.
Evans A. W. Branching in the Leafy Hepaticae. Ann. of Bot. 1912. S. 37.
Faivre E. Sur l'ovule et sa nature morphologique chez le Primula sinensis. Lyon 1850.
Faull I. H. The Cytology of Laboulbenia chaetophora and L. Gyrinidarum. Annal. of Bot. 1912. 4 Pl.
Fiedler Hans. Beiträge zur Kenntnis der Nyctaginiaceen. Engl. Bot. Jahrb. 1910. (Die Infloreszenz u. s. w.).
Figdor Wilhelm. Die Erscheinung der Anisophyllie. Eine morphol.-physiolog. Studie. Leipzig, Wien. 1909. 174 p. 7 Taf.
Fischer Hugo. Über viergliederige Blüten bei Hyacinthus orientalis L. Beih. z. Bot. Zentralbl. 1911. Bestätigt die gleiche Beobacht. beim Anthericum (S. 151).
— Die Pelorien von Linaria vulgaris. Flora 1908. p. 386—388.
— Zur Kenntnis der Embryosackentwicklung einiger Angiospermen. Jenaische Zeitschr. für Naturw. 1880.
Fletcher J. J. Illustrations of polycotyledony in the genus Persoonia. Proceed. Linn. Soc. New. S. Wales 1908.
Focke W. O. Entstehung d. zygomorphen Blüthenbaues. Oest. bot. Z. Bd. 37. 1887.
Foerste A. F. Superposed buds. Bull. of Denison Univers. 1 pl.
Fries R. E. Ett par fall af terminal inflorescensbildning hos Tilia. Svensk. Botan. Tidskr. 1908.
— Über den Bau der Cortesia-Blüte, ein Beitrag zur Morphol. d. Borragineen. Arkiv för Botan. Stockholm 1910.
— Zur Kenntnis d. Blattmorphologie der Bauhinien. Arkiv för Botan. Stockholm 1909.
— Ein unbeachtet gebliebenes Monokotyledonenmerkmal bei einigen Polycarpicae. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 1911. 10 S.
— Ett Bidrag till känne domen om Selaginella-Rotbärarna. Sv. Botan Tid. 1911.
Gamble J. S. List of the trees, shrubs and large climbers found in the Darjeeling district, Bengal. Calcutta 1878.
Gatin M. C. L. Un cas de polyembryonie chez le Musa Ensete. Bull. Soc. Bot. France. 1905.
— Quelques cas de polyembryonie chez plusieurs espèces de palmiers. Rev. gén. bot. 1905.

Gatin M. C. L. Premières observations sur l'embroyn et la germination des Broméliacées. Rev. gén. Bot. 1911.
— Un cas de polyembryonie chez le Triglochin palustre. Bull. de la Soc. Botan. France. Paris 1908.
— La morphologie de la germination et ses rapports avec la phylogénie. Rev. gén. de Botan. Bonnier. Paris 1909.
— La morphologie de la germination et ses rapports avec l'anatomie. Rev. gén. de Botan. Bonnier. Paris 1908.
Gejer Malin. Über abweichende Zahlenverhältnisse in der Blüte von Menyanthes trifoliata. Svensk. Bot. Tidskr. 1908.
Géneau de Lamarlière. Développement des quelques Ombelliferes. Rev. génér. de Botan. 1893.
Godron D. A. Mémoire sur l'inflorescence et les fleurs des Crucifères. Nancy 1865.
Gray Asa. Structural Botany or Organography on the basis of Morphology. New York, Chicago 1880. p. 442.
Grevillius A. Über die Stipelscheide einiger Polygonum-Arten. Botan Centralbl. 1887.
Grisebach A. Der Dimorphismus der Fortpflanzungsorgane von Cardamine chenopodiifolia. Bot. Zeitschr. 1878.
Guéguen M. F. Énations hypophylles du Colocasia esculenta. Bull de la Soc. Bot. France. 1908.
Guillaumin A. L'étude des germinations appliquée des genres et à la phylogénie des groupes. Rev. gén. Bot. 1910. 2 tab.
Guilliermond A. Les progrés de la cytologie des champignons. Progressus rei botan. (Lotsy). Jena 1913. — Diese wichtige Revue konnte nicht mehr benutzt werden. Hier auch die einschlägige Literatur.
Günthart A. Prinzipien der physikalisch-kausalen Blütenbiologie in ihrer Anwendung auf Bau des Blütenapparates d. Cruciferen. Jena 1910.
— Beiträge zur Blütenbiologie d. Cruciferen, Crassulaceen u. d. Gat. Saxifraga. Biblioth. Botan. Stuttgart 1902. 11 Taf.
— Beiträge zur Blütenbiologie der Dipsaceen. Flora, 1904.
— Beitrag zu einer blütenbiologischen Monographie der Gat. Arabis. Biblioth. Botan. Nr. 77. Stuttgart 1912. 2 Taf.
Hamet R. Observations sur la germination des Crassulacées. Bull. Soc. Botan. France 1911.
Hansen Adolph. Goethes Metamorphose der Pflanzen. Giessen 1907. 380 S. Atlas mit 28 Taf.
Hanstein Johann. Über die Organe der Harz- und Schleimabsonderung in den Laubknospen. Bot. Ztg. 1868.
— Botanische Abhandlungen aus d. Gebiet der Morphologie und Physiologie. 3. Hft. Beiträge zur allgemeinen Morphologie der Pflanzen. Bonn 1882. S. 244.
Harms H. Über Geocarpie bei einigen afrikanischen Leguminosen (Kerstingiella geocarpa). Ber. d. D. Bot. Ges. 1908.
— Über Heterophyllie bei einer afrikanischen Passifloracee. Ber. D. Bot. Ges. 1906. 1 Taf.
Hegelmaier F. Ueber Orientierung des Keimes im Angiospermensamen. Bot. Ztg. 1895
— Ueber einen Fall von abnormer Keimentwickelung. (Nuphar luteum.) Jahresb Ver. f. vaterl. Naturk. in Württ. 1890. 1 Taf.
Heinricher E. Zur Kenntnis der Farngattung Nephrolepis. Allgem. Bot. Zeit. 1907.
— Beiträge zur Kenntnis d. Gat. Balanophora. Sitzgsber. Akad. d. Wiss. Wien 1907.
— Beiträge zur Kenntnis der Anisophyllie Ann. Jard. Bot. Buitenzorg 1910. 6 tab
— Zur Kenntnis von Drosera. Zeitschr. Ferdinand. Innsbruck 1902, 1903.
Henslow G. The origin of monocotyledons froms dicotyledons, through self-adaptation to a moist or aquatic habit. Ann. of Bot. 1911.
Herzfeld Stephanie. Zur Morphologie der Fruchtschuppe von Larix decidua. Sitzungsb Akad. Wiss. Wien. 1909.
Hickel R. Graines et plantules des Conifères. II. Bull Soc dendrol. France. 1911
Hill T. G. On the presence of a parichnos in recent plants. Ann. of Bot 1906 2 Taf
— The germination of Gnetum Gnemon L. Journ Hort Soc London 1908
— et *De Fraine E.* On the seedling structure of Gymnosperms Ann of Botany 1910. 2 Pl.
Hill Arthur W. The morphology and seedling structure of the geophilous species of Peperomia. Ann. of Botany, 1906. 4 Pl
Hilburg C. Über der Bau und die Funktion der Nebenblatter Flora 1878

Hildebrand Friedr. Die Gattung Cyclamen L., eine systematische u. biologische Monographie. Jena 1898. 6 Taf. Verlag G. Fischer.
— Umänderung einer Blütenknospe in einen vegetativen Sproß bei einem Phyllocactus. Ber. d. deutsch. Bot. Gesell. 1910.
— Über die Fruchtstiele der Cyclamenarten. Ber. Deutsch. Bot. Ges. Berlin 1906.
— Über Bildungsabweichungen bei Blüten einiger Knollenbegonien. Beih. z. Bot Zentralbl. 1909. 3 Taf.
— Über Ähnlichkeiten im Pflanzenreich. W. Engelm. Leizig 1902.
Hillmann Aug. Vergleichende anatomische Untersuchungen über das Rosaceenhypanth. Beih. z. Bot. Zentralbl. 1910.
Hoch Fr. Vergleichende Untersuchungen über die Behaarung der Labiaten, Scrophulariaceen u. Solanaceen. Freiburg, 1886.
Höhnel v. Fr. R. Die Entstehung der wellig-flachen Zweige von Caulotretus. Pringsh. Jahrb. Leipzig 1882.
Holm Theodore. Claytonia. A morphological and anatomical study. Nation. Acad. of Sc. Washington 1905.
— Observation on seedlings of North American Phanerogamous plants. The Ottawa Naturalist. 22 v.
— Notes on the leaves of Liriodendron. Proceed. U. S. Nation. Museum 1890.
— Erigenia bulbosa, a morphological and anatomical study. Amer. Journ. Sc. 1901.
Houzeau de Lehaie Jean. Contribution à l'étude du processus de la fructification chez les Bambusacées. Le Bambou 1906.
Hovelacque Maur. Recherches sur l'appareil végétatif les Bignoniaceae. Rhinanthac., Orobanch., Utricular. Paris 1888.
Huth E. Über geokarpe, amphikarpe und heterokarpe Pflanzen 1890.
Ikeno S. Sind alle Arten d. Gattung T a r a x a c u m parthenogenetisch? (T. platycarpum Dahl.). Ber. d. D. Bot. Ges. 1910. — Es mag auch bemerkt sein, daß T. o f f i c i n a l e u. T. p a l u s t r e häufig Mischlinge erzeugen.
Janischewsky D. K biologii Poa bulbosa i Colpodium humile. Saratov 1912, Izvěst. imper. Nikol. universit.
Japp G. Über die morphologische Wertigkeit des Nectariums der Blüten d. Pelargonium zonale. Verh. nat. Ver. Brünn 1909.
Johnson D. S. On the development of Saururus cernuus. Bull. Torr. Club. 1900. — On the dev. of cert. Piperac. Bot. Gaz. 1902.
Le Jolis Aug. Fleurs anormales de Cytisus Laburnum et Digitalis purpurea. Mém Soc. Sc. Cherbourg 1883.
Juel H. O. De floribus Veronicarum. (Blütendiagramm.) 2 Taf. Acta Horti Berg. Stockholm 1891.
Junger E. Abweichungen in der Zahl u. Anordnung d. Cotyledonen dicotyler Gewächse. Sitzungsb. Gesell. Naturf. Fr. Berlin 1869.
Kaufholz R. Beiträge zur Morphologie der Keimpflanzen. Rostocker Dissertation 1888.
Kavina Karel. O sklerociích. Škola a Příroda. Mor. Ostrava 1911.
— České rašelinníky. Monogr. studie. Věstnik Král. čes. spol. nauk 1912, Praha 2 tab. S. 219.
Kerschaw E. M. The structure and development of the ovule of Myrica Gale. Ann. of Bot. 1909.
Kirchhoff A. Die Idee der Pflanzenmetamorphose bei Wolff u. bei Goethe. Berlin 1867.
Kirschleger M. Über d. Keimen des Chaerophyllum bulbosum. Flora 1845.
Klausch J. Morphologie u. Anatomie d. Blätter von Bupleurum. Leipzig 1887.
Kraus G. Über den Nanismus unserer Wellenkalkpflanzen. Würzburg 1906.
Kronfeld M. Studien zur Teratologie d. Gewächse. 1 Taf. Zool. Bot. Ges. Wien 1886.
— Über d. Beziehungen d. Nebenblätter zu ihrem Hauptblatte. 1 Taf. Zool. Bot. Ges. Wien 1887.
Kuczewski Otto. Morphologische u. biolog. Untersuchungen an Chara delicatula. Beih. z. Bot. Zentralbl. 1906, 2 Taf.
Kuntze O. Schutzmittel der Pflanzen gegen Tiere und Wetterungunst. Leipzig 1877
Leclerc M. du Sablon. La structure et la déhiscence des anthères. Paris. 1885. Annal. Sc. Nat.
— Recherches sur la déhiscence des fruits a péricarpe sec. Paris 1884. Pl. 8.
Lecomte Henri Sur le dimorphisme des fleurs chez les Hevea. Bull. Soc. Bot. France 1910.
— Les articulations florales. Extr. des Nouv. Arch. du Muscum. Mém. 1910. 4 pl.
— Sur les pedicelles floraux. C. R. Acad. Sc. Paris. 1909.

Lignier O. Equisetales et Sphénophyllales. Leur origine filicinéenne commune. Bull. Soc. Linn. de Normand. Caen, 1903.
— Le Stauropteris oldhamia Binn. et les Coenoptéridées à la lumière de la theorie du mériphyte. Bull. Soc. Bot. France, 1912. S. 33. — Sur l'origine des Sphénophyllées. Bull. Soc. Bot. France, 1908.
— Le fruit des Bennettitées et l'ascendance des Angiospermes. 1911. Bull. de la Soc. Fr.
— Essai sur l'évolution morphologique du règne végétal. Bull. Soc. Lin. Normand. 1908.
Lignier O. et *Tison A.* Les Gnétales sont des Angiospermes apétales. C. R. Acad. Sc. Paris 1911.
— La fleur femelle de l'E p h e d r a est trimère. Bull. Soc. Bot. France 1911.
Lindinger Leonh. Über d. morphologischen Wert der an Wurzeln entstehenden Knollen einiger Dioscorea-Arten. Beihefte z. Bot. Zentralbl. 1907.
— Die Bewurzelungsverhältnisse großer Monokotylenformen. Gartenflora 1908.
— Die Struktur von Aloe dichotoma L. Beihefte z. Bot. Zentralbl. 1908. 4 Taf.
— Die sekundären Adventivwurzeln von Dracaena u. d. morphol. Wert der Stigmarien. Jahrb. d. Hamb. Wiss. Anstalten. Hamburg 1908.
— Orchideenstudien. Gartenflora 1910. 3 Abb.
Lindman C. A. M. Einige amphicarpe Pflanzen d. südbrasilian. Flora K. Vet. Akad. Förhändl. Stockholm 1900.
— Zur Kenntnis der Corona einiger Passifloren. Botan. Stud. til. Kjelman. Upsala 1906.
— Über das Blühen von Lamium amplexicaule. Arkif f. Bot. 1909.
Longo B. La poliembrionia nella Xanthoxylum Bungei Pl. senza fecondazione. Bull. Soc. Bot. It. 1908.
Lubbock J. On Stipules, their forms and functions. Linn. Journ. Bot. 1894.
Ludwig F. Über Kleistogamie von Cardamine chenopodiifolia. Verh. d Botan. Ver. Brandenb. 1884.
Luerssen Chr. Beiträge zur Pflanzen-Teratologie. Österr. Botan. Zeitschrift 1865.
Maisonneuve A. Etude taxologique de la ligule dans le genre Carex. Bull. Soc. Bot. France 1859.
L. Marcello. Breve nota intorno ad una nuova sede di nettarii estra nuziali nella Vicia sativa.
Martius C. F. Über die Entwickelung d. Botanik. Denkschrift d. botan. Gesellsch. zu Regensburg. 3 Bd. 1841.
Matte H. Note préliminaire sur le germination des Cycadées. Ass. fr. Avanc. Sc. Reims 1907.
Matthiesen Franz. Beiträge zur Kenntnis der Podostemaceen. Biblioth. Bot. 1908. 9 Taf.
Mayoux A. Rech. sur la valeur morphologique des appendices superstaminaux de la fleur des Aristoloches. Ann. Univers. Lyon 1892. 3 pl.
Meschajeff V. Symmetrie d. Bluthe der Cruciferen. Bull. Soc. imper. des Natur. de Moscou. 1 Taf. 1873. (Russisch.) Wichtige Beobacht. zum Blütendiagramm.
Meyran O. Quelques observations de Tératologie végétale. A propos du genre Rosa. Journ. Soc. Nat. Hort. Fr. 1905.
Micheels Henri. Recherches sur les jeunes palmiers. Mém. Acad. Paris 1888. pl. 4.
Migliorato Erminio La fogliazione delle acacie a fillodii verticillati, subverticillati, conferti e sparsi. Ann. di Bot. Rom 1908. p. 171—172.
Miyake K. The Development of the Gametophytes and Embryogeny in Cunninghamia sinensis. Beih. z. Botan. Zentralbl. 1911. 5 Taf.
Möbius Mart. Untersuchungen über d. Morphologie u. Anatomie d. Monokotylen ähnlichen Eryngien. Pringsheim Jahrb. 1884, 1886.
— Über nutzlose Eigenschaften an Pflanzen u. das Prinzip d. Schönheit. Ber. D. Bot. Ges. 1906.
Morren M. E. Chorise du Gloxinia speciosa pélorié. Bull. Acad. r. Belg. Bruxelles 1865.
— Morphologie des ascidies. Bull. Acad. Belg. 1838. — Ann. Sc. Nat. 1830.
Morrison A. Drosera. Transact. and Proceed. Edinb. 1903.
Morton Friedr. Die Bedeutung der Ameisen für die Verbreitung d. Pflanzensamen. Mitteil. d. Naturw. Vereins d. Univers. Wien. 1912.
Muller Fr. Über d. Holz einiger um Desterro wachsender Kletterpflanzen. Bot. Ztg. 1866.
Murbeck Sv. Untersuchungen über den Blütenbau der Papaveraceen. Kungl. Svensk. Vetenskapsakademiens Handlingar, Bd. 50, Nr. 1. Upsala-Stockholm 1912. 28 Taf. S. 168, fol.

Nathorst A. G. Palaeobotanische Mitteilungen. Kun. Svensk. Vet. Akad. Handl. Stockholm 1911. (Cycadocarpidium.) 1 Taf.
— Palaeobotanische Mitteilungen. Nr. 9. Kungl. Svensk. Vetensk. Akadem. Handl. 1911. 6 Taf.
— Bemerkungen über Weltrichia. Arkiv för Botan. Stockholm 1911.
— Die Mikrosporophylle von Williamsonia. Upsala, Stockholm 1912. Arkiv för Botanik.
Nawaschin S. Podrobnosti ob obrazovanii mužskich polových jader u Lilium Martagon. Kiev 1910.
— Über d. selbständige Bewegungsvermögen der Spermakerne bei einigen Angiospermen. Österr. Botan. Zeitschr. 1909.
— Zur Entwickelungsgesch. der Chalazogamen II. Juglans nigra, J. regia. Bull. Acad. imp. Sc. St. Pétersbourg 1911.
Netto L. Sur la structure anormale des tiges des Lianes. Ann. sc. nat. Bot. 1863.
Nicoloff Th. Sur les feuilles juvéniles des jeunes plantules et des rameaux adventifs. Rev. gén. Bot. 1910.
Nicotra L. Sull' eteromorfismo carpico. Nuovo Giorn. Bot. Ital. 1910.
Noelle W. Neue Untersuchungen über die extrafloralen Nektarien u. ihre Bedeutung für die Pflanze. Hannover 1908—1910.
Oliver F. W. and *Salisbury E. J.* On the Structure and Affinities of the Palaeozoic Seeds of the Conostoma Group. Annals of Botany 25, 1911.
Osawa J. Cytological and Experimental Studies in Citrus. 5. Pl. Journ. of t. College of Agricult. Univ. of Tokyo, 1912.
Paglia Emile. L'eterocarpia nel regno vegetale. Annali di Botanica 1910. pag. 175—190. 1 pl.
Palibine J. v. Note sur la morphologie florale chez le hêtre (Fagus). Bull. Acad. Sc. St. Pétersbourg, 1910.
Pearson H. W. The living Welwitschia. Nature 1907. — A botanical excursion on the Welwitschia desert. Rept. british Ass. Leicester. 1907.
— Some observations on Welwitschia mirabilis. Philos. Transact. R. Soc. London 1906. 5 Tab.
— Notes on South African Cycads. Trans. South. Afr. phil. Soc. 1906. 3 Tab
Pfeiffer A. Die Arillargebilde der Pflanzensamen. 1 Taf. Engler Jahrb. 1891, 492—540.
Plateau L. Recherches expérimentales sur les fleurs entomophiles peu visitées par les insectes, rendues attractives au moyen de liquides sucres odorants. Mém. Acad. Sc. Belgique 1910. — Für unsere Deduktionen beachtenswerte Arbeit.
Ponzo A. L'autogamia nelle piante fanerogame. Bull. Soc. Bot. Ital. 1909. — Die Arbeit bestätigt unsere Anschauungen.
Poulsen S. Om nogle trikomer or nektarier. Vidensk. Meddel. fra den nat. Foren Kjobenhavn 1875.
Porsch Otto. Untersuchungen über die Futterhaare d. Orchideen. Österr. Bot. Zeitschr. 1906.
— Ephedra campylopoda, eine entomophile Gymnosperme. Ber. d. D. Bot. Ges. 1910.
— Neue Untersuch. über d. Insektenanlockungsmittel d. Orchideenblüte. Mitteil. d. nat. Verein. Steiermark, 1908.
Prillieux M. E. Ét. du mode de végétation des Orchidées. Ann. Sc. Nat. 5 Ser. 5 pl.
— Le germination du Miltonia spectabilis. Ann. Sc. Nat. 4 Ser. 1 pl.
Radlkofer L. Über d. Entstehung d. secundären Holzkörper im Stamme gewisser Sapindaceen. München 1877.
— Über d. anomale Wachsth. d. Stammes bei Menispermaceen. Flora 1858.
Ramaley F. Seed and seedling of the western Larkspur (Delphin. occid. W.). Minneapolis 1900. 1 pl.
Rauter J. Zur Entwickelungsgeschichte einiger Trichomgebilde. Denkschr. d. k. Akad. d. Wis. 1872.
Regel Ed. Beobachtung über den Ursprung und Zweck der Stipeln. Linnaea 1843.
Reinke J. Die Assimilationsorgane der Asparageen. Jahrb. f. wis. Bot. 1897.
Renner O. Über die weibliche Blüte von Juniperus communis. Flora 1907. p. 421—430.
Rennert Rosina. The phyllodes of Oxypolis filiformis, a swamp xerophyt. Bull. Torrey Botan. Club. 1903.
Resvoll Thekla R. Über die Winterknospen der norwegischen Gebirgsweiden. Nyt. Mag. Bot. 1909. 3 Taf
Ridley H. N. Note on the foliar organs of Monophyllaea. Ann. of Botany. 1906. p. 213—214.
Robertson Agnes. The Droppers of Tulipa and Erythronium. Ann. of Botany 1906. 2 Tab.

Robinson B. L. Beiträge zur Kenntniss d. Stammanatomie von Phytocrene macrophylla. Bot. Ztg. 1889. — On the stem-structure of Jodes tomentella and certain other Phytocreneae. Ann. jard. Buitenz. 1890.

Roeper J. Observationes aliquot in florum inflorescentiarumque naturam. Linnaea 1826

Rosendahl C. O. Embryo-sac development and embryology of Symplocarpus foet. Minnesota Botanical Studies. Minneapolis 1909. 4 Tab.

Rudolph Karl. Zur Kenntnis der Entfaltungseinrichtungen an Palmenblättern. Ber. d. Deutsch Bot. Gesellsch. 1911.

Rydberg P. A. A monograph of the North American Potentilleae. Mem. Bot. Columb. Univ. 1898.

Sadebeck R. Die Entwicklung d. Keimes der Schachtelhalme. Pringsheim Jahrbücher f. wis. B. XI. 3 Taf.

Saint-Hilaire M. J. Mémoire sur la germination et sur les familles naturelles. Acad. Scienc. Paris 1805.

Salisbury E. J. On the Extrafloral Nectaries of the Genus Polygonum. Ann. Bot. 23, 1909.

Sandéen Fr. Bidrag till Kännedomen om gräsembryots byggnad och utveckling. Lund Univ. Arsskr. Tom. 5. 1869.

Saxton W. T. Contributions to the life history of Callitris. Ann. of Bot. 1910. 2 Tab.

Schaffner J. H. The embryo-sac of Alisma Plantago. Bot. Gaz. 1896.

— Contribution to the life history of Sagittaria variabilis. Bot. Gaz. 1897.

Schmidt Heinr. Über die Entwickelung der Blüten und Blütenstände von Euphorbia und Diplocyathium. Beih. z. Botan. Zentralblatt 1907. 4 Taf.

Schmitz F. Die Familiendiagramme der Rhoeadineen. 1 Taf. Abhandl. Naturforsch. Gesell. Halle, Bd. 15.

Karl von Schoenau. Zur Verzweigung der Laubmoose. Hedwigia, 1911.

Schoute J. C. Über das Dickenwachstum der Palmen. Annal. Jardin Botan. Buitenzorg. 1912. 15 Tab.

— Eine neue Art der Stammesbildung im Pflanzenreich (Hemitelia crenulata). Annal. du Jardin Botan. de Buitenzorg. 1906.

— Notiz über die Verästelung d. Baumfarne. Annal. du Jardin Botan. de Buitenzorg. 1905.

— Über die Verästelung bei monokotylen Bäumen. Rec. des travaux botan. Néerlandais. 1909.

— Über die Verästelung von Pandanus. Ann. du Jardin Bot. de Buitenzorg, 1905.

— Die Pneumatophoren von Pandanus. Ann. du Jardin Bot. de Buitenzorg, 1909.

— Über die Verdickungsweise des Stammes von Pandanus. Ann. du Jardin Bot. de Buitenzorg, 1907.

Schröter C., Kirchner O., Loew E. Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas. Stuttgart, 1904.

Schuster Julius. Über die Morphologie der Grasblüte. Flora 1910. 53 S. 5 Taf.

— Bemerkungen über Podozamites. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1911. 1 Taf.

Schuster W. Zur Kenntnis der Aderung des Monocotylenblattes. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1910. 1 Taf.

Scotti Luigi. Contribuzioni alla Biologia florale delle Rhoeadales. Annali di Botanica. Roma 1913. Pag. 182.

Sernander Rutger. Entwurf einer Monographie d. europäischen Myrmekochoren. Upsala 1906.

Servít M. Über die Verzweigungsart der Muscineen. Beihefte z. Botan. Zentralbl. 1907

Shibata K. et *Miyake K.* Über Parthenogenesis bei Houttuynia cordata. Bot. Mag. Tokyo 1908.

Smith E. H. Germination of the Broad Bean seed. Nature 1909.

Sommier S. Della presenza di stipole nella Lonicera coerulea L. Nuovo Giornale Bot. Ital. 1890. 1 Tab.

Sperlich Adolf. Ergänzungen zur Morphologie und Anatomie der Ausläufer von Nephrolepis. Flora, 1906.

— Zur Entwickelungsgeschichte d. Stolonen von Nephrolepis. Flora, 1908.

Spinner H. L'inflorescence de Primula officinalis. Bull. Soc. Neuchâtel sc. n. 1905—1907. pag. 159.

Sprecher Andreas. Le Ginkgo biloba L. Genève 1907. 212 p. 2 Tab.

Stopes M. C. Adventious budding and branching in Cycas. New Phytologist, 1910

Strasser Th. Der Bau der männlichen Blüten von Larix europaea. Progr. Pola 1907. 1 Taf.

Sturm Karl. Monographische Studien über Adoxa Moschatellina L. Zürich 1910

Svedelius N. Über d. Generationswechsel bei Delesseria sanguinea. 2 Taf. Svensk. Bot. Tidskrift. 1911.
Sykes M. G. The anatomy and morphology of Tmesipteris. Ann. of Botan. 1908. 2 Taf.
Thaxter R. Contribution towards a Monograph of the Laboulbeniaceae. Mem. of Amer. Acad. Boston 1896.
Thiselton-Dyer W. T. The tree Aloes of South Africa. Gardn. Cron. 1874.
— Evolution of pitchers in Dischidia Rafflesiana. Annals of Bot. 1902.
— Morphological Notes. XII. Germination of the Lodoicea Ann. of Botany 1910. 2 tab.
Thoday M. G. The morphology of the ovule of Gnetum africanum. Bot. Gaz. 1910.
Tieghem Ph. van. Sur les divers modes de placentation du carpelle. Ann. de sc. nat. 1907. pag. 350—363.
— Sur les anthères symmétriquement hétérogenes. Ann. de sc. nat. 1907. p. 364—370.
— Remarques sur l'organisation florale et la structure de l'ovule des Aracées. Ann. Sc. Nat. 1907. pag. 312—319.
— Sur la dissymétrie des feuilles distiques. Ann. Sc. Nat. 1906.
— Sur la dissymétrie des folioles latérales dans les feuilles composées. Ann. Sc. Nat. 1906.
— Sur la germination du Bupleurum aureum. Bull. Soc. Botan. France, 1891.
Touchy J. Sur quelques modes d'hypertrophie chez les végétaux. Bull. Soc. Botan. France, 1857.
Trapl Stan. Morfologická studie květu Ranunculaceí. Akademie česká, Praha 1910. — Deutsch in d. Beih. z. Bot. Zentralbl. 1912.
Travis W. G. Vegetative reproduction in Sagina nodosa. Journ. of Botan. 1911.
Trécul A. Formation des feuilles et ordre d'apparition de leurs premiers vaisseaux chez les Graminées. Compt. rend. 1878.
Trelease William. Observations on Furcraea. Ann. Jard. Botan. de Buitenzorg. Leide. 1910.
— Variegation in the Agaveae. Missouri Bot. Garden 1907.
Trinchieri G. Fasciation et Pseudo-fasciation. Bull. Soc. Nat. Luxemburg. 1910.
Trotter A. Intorno alla Anficarpia die Catananche lutea. Bull. Soc. Bot. Ital. 1910. — Interessante Beobachtung.
Tschulok S. Das System d. Biologie in Forschung u. Lehre. Fischer, Jena 1910. S. 404.
Tyler A. A. The nature and origin of stipules. Contribut. Depart. of Bot. Columb Univers. New York 1897.
Vierhapper F. Entwurf eines neuen Systems der Coniferen. Abhandl. d. Zool. Botan. Gesell. Wien. Jena 1910. Fischer. S. 55.
Viguier R. Sur un type nouveau d'inflorenscence en ombelle. Rev. gén. Bot. 1910. 1 tab.
Vodička Jindřich O listech terminálních se zvláštním zřetelem k terminálním jehlicím r. Pinus. Rozpr. Čes. Akademie 1913. 12 vyobraz.
Vuillemin M. P. Feuilles peltées et feuilles scyphiées dans le genre Geranium. Bull. Soc. Botan. France 1907.
Waage. Über haubenlose Wurzeln d. Hippocastanaceen und Sapindaceen. Bericht d. Deutsch. Botan. Gesell. 1891.
Wagner Rud. Zur Morphologie der Sanchezia nobilis Hook. f. Sitzugsber. Akad. Wien 1907. 1 Taf.
— Zur Morphologie und Teratologie des Bryophyllum crenatum Baker. Verhandl. d. zoolog. botan. Gesell. Wien 1907.
— Zur Morphologie der Hoffmannia robusta. Sitzungsb. Akad. Wien. 1907.
— Zur Morphologie von Peltiphyllum peltatum. Sitzungsb. Akad. Wien. 1907.
Warburg O. Über Bau und Entwickelung des Holzes von Caulotretus heterophyllus. Botan. Zeitung 1883.
Weisse Arthur. Über die Umänderung von Blütenknospen in vegetative Sprosse bei Kakteeen. Ber. d. deutsch. Bot. Gesell. 1910. — Untersuchungen über d. Blattstellung an Kakteen und anderen Stamm-Succulenten, nebst allgemeinen Bemerkungen über die Anschlußverhältnisse am Scheitel. Jahrb. f. wis. Botan. 1903.
Went F. A. C. Untersuchungen über Podostemaceen. Verh. kon. Ak. Wet. Amsterdam 1910. 15 Taf.
Wesselowska H. (Woronin). Apogamie und Aposporie bei einigen Farnen. Ber. D. Bot. Ges. 1907. pag. 85—86. — Dasselbe in Flora 1907.
Westermaier M. und *Ambronn H.* Beziehungen zwischen Lebensweise und Structur d. Schling- und Kletterpflanzen. Flora 1881.
Wiegand K. M. The development of the embryo-sac in some monocotyledonous plants. Bot. Gaz. 1900.

Wieland G. R. On the smaller flower-buds of Cycadeoidea. Amer. Journ. of Scienc. 1912.
— Further notes on seed structures. Amer. Journ. of Scienc. 1911.
— On the Williamsonian tribe. Amer. Journ. of Scienc. 1911.
Wigglesworth Gr. The young sporophytes of Lycopodium complanatum and L. clavatum. Ann. of Botany 1907.
Winkler Hans. Über d. Blutendimorphismus von Renanthera Lowii. Annal. Jard. Buitenzorg 1906.
— Beiträge zur Morphologie und Biologie tropischer Bluten und Früchte. Engl. Botan. Jhrb. 1906. (Begonia hypogaea.)
Winkler Hubert. Zur Kritik der Ansichten von der Entstehung der Angiospermenblüte. Jahresber. Schles. Ges. für vaterl. Kultur. 1909.
Winkler A. Einige Bemerkungen über Nasturtium off., Erysimum repandum, Crepis rhoeadifol. Flora 1880.
— Die Keimpflanze d. Dentaria digitata, Flora 1882, Isopyrum thalictroides, Flora 1884, Dentaria pinnata, Flora 1878.
— Über hypocotyle Sprosse bei Linaria und uber Verwachsung von Keimblättern. Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenb. 1880.
Witte L. Über d. Bau d. Holzes einiger Lianen. Kiel 1886.
Wittmack Ludw. Die Keimung der Cocosnuß. Ber. d. Deutsch. bot. Gesellsch. 1896.
Woolward Fl. H. The germination of poplars (Populus). Journ. of Botan. 1907. pag. 417—419
Worsdell W. C. The rhizophore of Selaginella. New Phytologist, 1910.
Wydler H. Zur Charakteristik der Blattformationen außerhalb der Blute. Botan Zeit. 1844.
Young Mary J. The Morphology of the Podocarpinae. Bot. Gaz. 1910. 3 Tab.
Zeiller R. Une nouvelle classe de Gymnospermes. Les Ptéridospermées. Rev. gén. des sc. pur. et appliq. 1905.
Zimmermann Walt. Über minderzählige Endblüten und einige andere Abnormitäten bei Orchidaceenblüten. Allgem. Bot. Zeitschrift 1912.
Zurawska H. Über die Keimung der Palmen. Bull. de l'Academ. d. scienc. de Cracovie, 1912. 3 Taf.

Verzeichnis
der behandelten Arten, Gattungen und Familien.*)

*) Die Zahl bezeichnet die Seite, der Stern die Abbildung.

—

Sachregister.

ERKLÄRUNG DER TAFELN.

Tafel I.

Fig. 1. **Hakea acicularis** Kn. Keimpflanze in natürl. Grösse: Keimblätter am Grunde geöhrt und in der Achsel Sprosse treibend.

Fig. 2. **Tigridia Pavonia** Ker. Keimpflanze, schwach vergr.: *k*) Hauptwurzel, *h*) Hypokotyl, *c*) Keimblatt, *l'*) das erste Laubblatt.

Fig. 3. **Ravenala madagascariensis** Gm. Keimpflanze, schwach vergr.; *k*) Hauptwurzel, *c*) Keimblatt, seitlich zerschlitzt (*i*), *l'*) das erste Laubblatt, *h*) Haustorium, *t*) Testa, *e*) Endosperm.

Fig. 4—5. **Doryanthes Palmeri** Hill. Keimpflanze in natürl. Grösse: *c*) Keimblatt, *l'*) das erste Laubblatt, *k*) Hauptwurzel.

Fig. 6. **Anthurium Pohlianum** Engl. Keimpflanze, vergr.: *c*) Keimblatt, *l'*) das erste Laubblatt, *k*) Hauptwurzel.

Fig. 7—8. **Ludovia crenifolia** Dr. Keimpflanze in zwei Stadien; *c*) Keimblatt, *o*) die Achse, *l'*, *l''*) das erste und zweite Laubblatt.

Fig. 9—11. **Welwitschia mirabilis** Hook. Keimpflanze in natürl. Grösse; *a*) harte, äussere Samenschale, *s*) innere Samenhaut (Testa), *h*) Hypokotyl, *c*) Keimblätter, *e*) Endosperm, *h'*) Haustorium, *k*) Hauptwurzel.

Fig. 12. **Araucaria excelsa** R. Br. Keimpflanze in natürl. Grösse; *h*) Hypokotyl, *k*) Hauptwurzel, *c*) 4 Keimblätter, *a*) die ersten Laubblätter, *b*) Seitenknospen.

Fig. 13. **Araucaria brasiliana** Lamb. Keimpflanze in natürl. Grösse: *k*) Hauptwurzel, *h*) verdicktes Hypokotyl, *c*) Keimblätter, *e*) Endosperm.

Fig. 14. **Taxodium distichum** Rich. Keimpflanze, schwach vergr., mit 4 Keimblättern.

Fig. 15. **Cunninghamia sinensis** R. Br. Keimpflanze, schwach vergr., mit 2 Keimblättern (*c*)

Fig. 16—17. **Bruguiera gymnorhiza** Lmk. Blüte, 17) gewimperte Petalen 2 Staubblätter einschliessend.

Fig. 18—19. **Tristemma** sp. (Melastomaceae). Vierzählige Blüte, mit lappig gekröntem Fruchtknoten, 19) Durchschnitt durch den Fruchtknoten.

Fig. 20. **Willdenowia teres** Thnb. Monothecische Staubblätter.

Fig. 21. **Calliandra brevipes** Bth. Vergr. Staubblatt.

Tafel II.

Fig. 1. **Nardus stricta** L. Einnarbiger Fruchtknoten.

Fig. 2. **Dendrocalamus giganteus** Munr. Einnarbiger Fruchtknoten.

Fig. 3. **Bambusa Blumeana** Schlt. Zwei- und dreinarbige Fruchtknoten.

Fig. 4. **Coix Lacryma** L. Fruchtknoten.

Fig. 5. **Hierochloa borealis** R. Sch. Dreinarbiger Fruchtknoten.

Fig. 6. **Panicum miliaceum** L. Fruchtknoten.

Fig. 7. **Cenchrus ciliaris** L. Fruchtknoten.

Fig. 8. **Sesleria coerulea** Ard. Fruchtknoten.

Fig. 9. **Munroa Benthamiana** Hack. Fruchtknoten mit zwei gezähnten Narben.

Fig. 10. **Lolium perenne** L. Fruchtknoten.

Fig. 11. **Zizania aquatica** L. Fruchtknoten mit einem Rudiment nach der dritten Narbe.

Fig. 12. **Oryza sativa** L. Zwei- und dreinarbige Fruchtknoten.

Fig. 13. **Secale cereale** L. Fruchtknoten, unten im Durchschnitt.

Fig. 14. **Eleusine Tocussa** Fr. Fruchtknoten mit einem Narbenschenkel und einem Narbenrudiment.

Fig. 15. **Pedicularis palustris** L. *a*) die Pflanze im März, mit abgestorbenen Rosettenblättern des vorigen Jahres und mit schuppenartigen Niederblättern dieses Jahres; *b*) Metamorphose der Schuppenblätter in die Laubblätter (*c*), *d*) Hochblatt.

Fig. 16. **Stemona moluccana.** Zwei vergr. Staubblätter, ein derselben (*b*) rechts im Durchschnitt, *a*) mächtige Konnektivauswüchse, *c*) kleinere Auswüchse, eine Säule bildend.

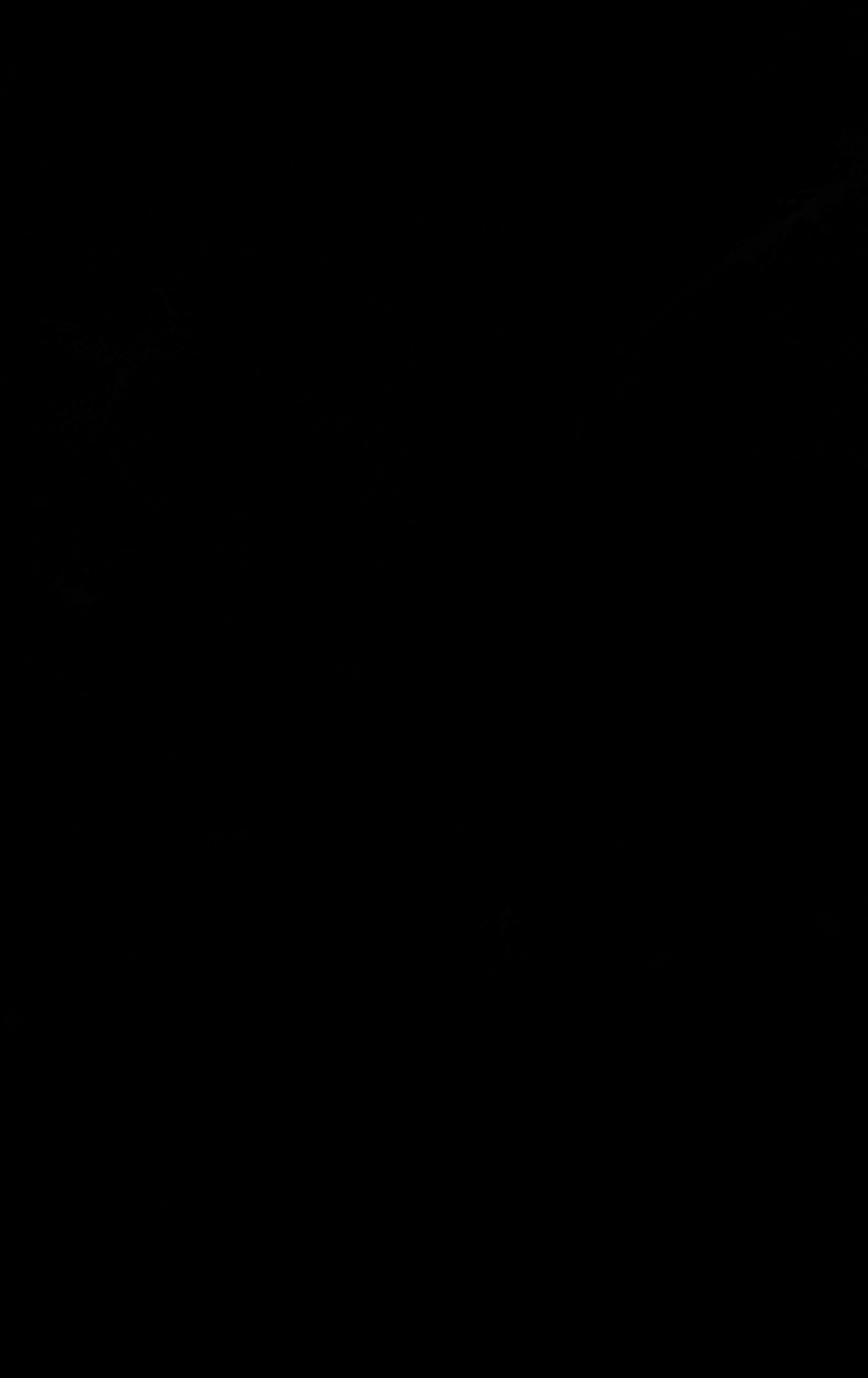
Fig. 17—18. **Aglaia sp.** (Ceylon). Eine Blüte, *a*) Corolle, *c*) Kelch, *n*) napfförmig verwachsene Staubfäden, zwischen deren Zipfeln auf der Innenseite die Antheren eingefügt sind (18).

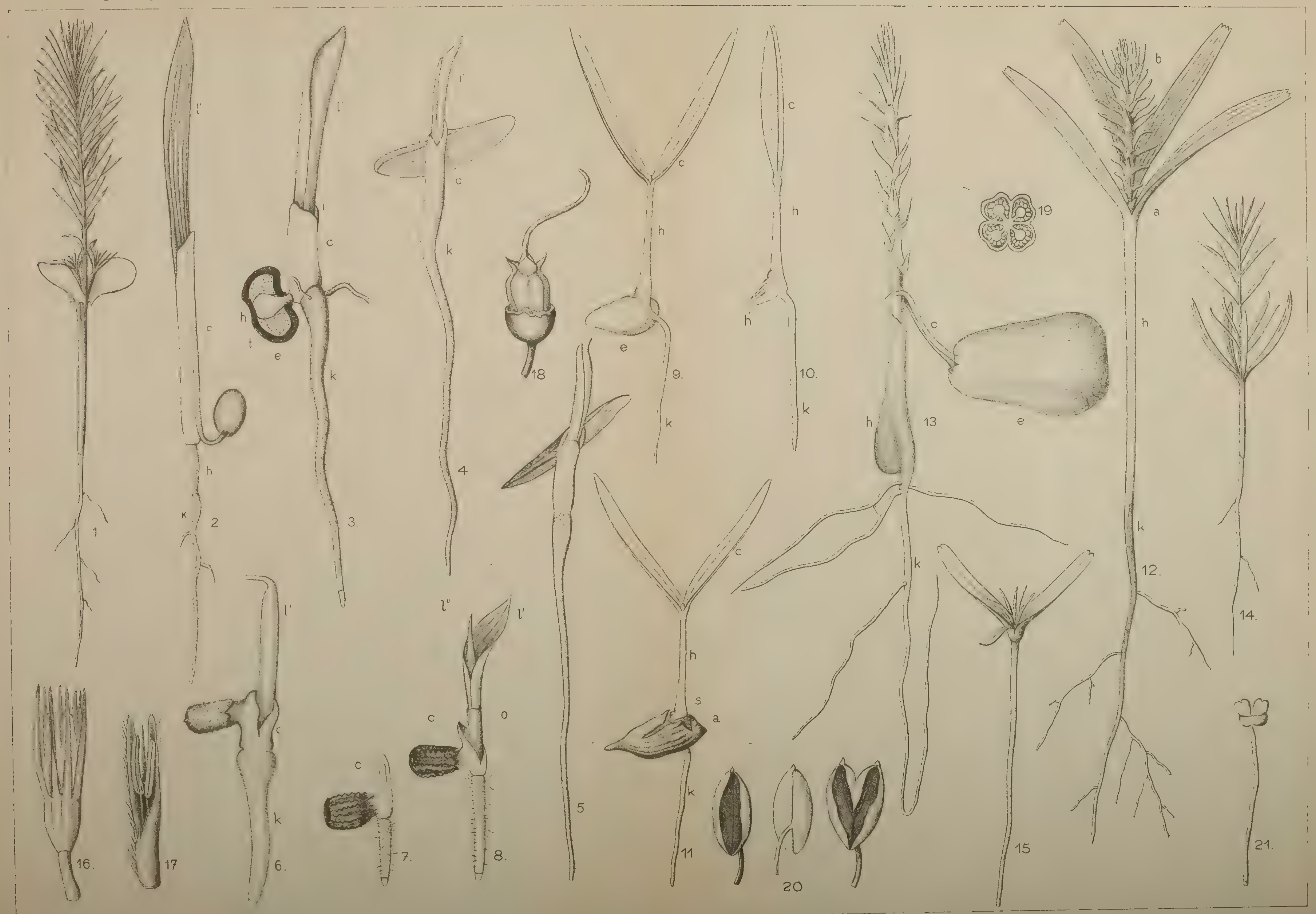
Fig. 19—20. **Juncus communis** E. M. Keimpflanze in zwei Stadien. *c*) Keimblatt, *k*) Hauptwurzel, *k'*) Adventivwurzel, *l'*) erstes Laubblatt.

Fig. 21. **Xanthorrhoea hastilis** R. Br. Keimpflanze, *k*) Hauptwurzel, *c*) Keimblatt, *l'*) das erste Laubblatt.

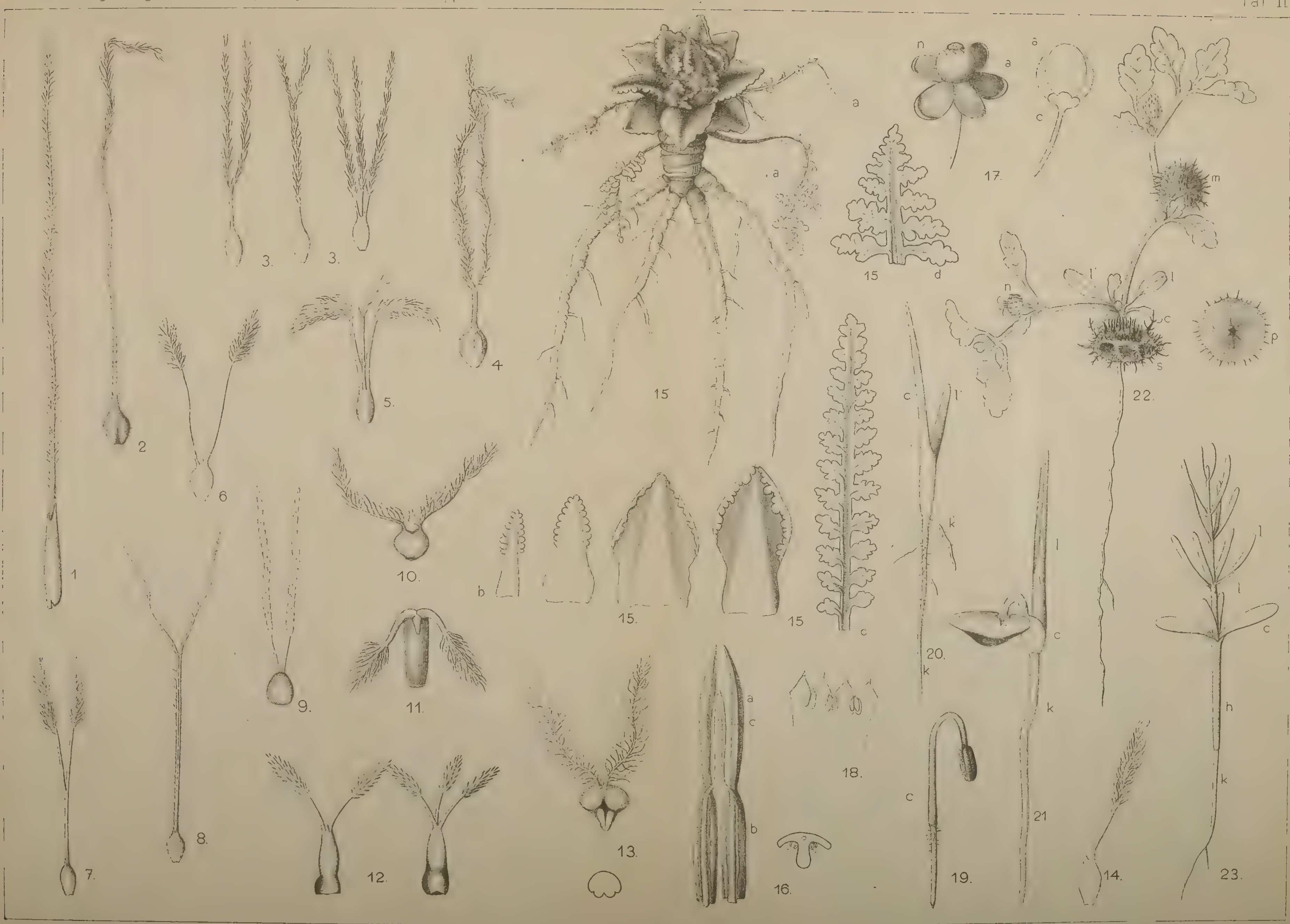
Fig. 22. **Neurada procumbens** L. in natürl. Grösse; *k*) Hauptwurzel, *s*) hartes, stacheliges Receptaculum, dasselbe rechts von unten (*p*), *c*) Keimblätter, *l'*) die ersten, einfachen Laubblätter, *n*) die Blüte, *m*) ausreifendes, diesjähriges Receptaculum.

Fig. 23. **Thuja occidentalis** L. Keimpflanze, kaum vergr., *k*) Hauptwurzel, *h*) Hypokotyl, *c*) Keimblätter, *l'*) erste zwei Laublätter, *l''*) Laubblätter im 4zähligen Wirtel.




1
2
3.
4
5
6.
7.
8.
9.
10.
11
12.
13
14.
15
16.
17
18
19
20
21.




1
2
3.
3.
4
5.
6
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15
15.
16.
17.
18.
19.
20.
21
22.
23.

Date Due


G.E.STECHERT&Co
(ALFRED HAFNER)
NEW YORK

